



TESIS - PM147501

# **PERENCANAAN SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU DI PERUSAHAAN FARMASI**

SISCA DIANAWATI  
NRP. 9114 201 309

DOSEN PEMBIMBING  
Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D.

PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI  
PROGRAM PASCASARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016



THESIS - PM147501

# **DEVELOPMENT OF THE INVENTORY SYSTEM OF RAW MATERIALS IN PHARMACEUTICAL COMPANY**

SISCA DIANAWATI  
NRP. 9114 201 309

Supervisor  
Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D.

MASTER IN TECHNOLOGY MANAGEMENT  
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL MANAGEMENT  
POSTGRADUATE PROGRAM  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2016


## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
oleh :

Sisca Dianawati  
NRP. 9114 201 309

Tanggal Ujian : 27 Juli 2016  
Periode Wisuda : September 2016

Disetujui oleh:

  
1. Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D. (Pembimbing)  
NIP.19530516 197803 1 001

  
2. Dr. Suhartono, S.Si., M.Sc. (Penguji)  
NIP.19710929 199512 1 001

  
3. Dr. Vita Ratnasari, S.Si., M.Si. (Penguji)  
NIP. 19700910 199702 2 001



Direktur Program Pascasarjana,

  
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19601202 198701 1 001

# **PERENCANAAN SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU DI PERUSAHAAN FARMASI**

Nama mahasiswa : Sisca Dianawati

NRP : 9114201309

Pembimbing : Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D.

## **ABSTRAK**

PT. X merupakan salah satu perusahaan farmasi yang didirikan pada tahun 1970 dan memproduksi produk obat (pharma) dan produk nutrisi untuk ekspor (di kawasan Asia Tenggara) dan lokal. Perencanaan produksi yang dibuat Departemen PPIC sering mengalami penyesuaian sesuai dengan kondisi perusahaan. Selama ini pelaksanaan sistem persediaan bahan baku hanya didasarkan pada data persediaan di gudang, serta kebijakan yang ditetapkan oleh Departemen PPIC. Sistem persediaan bahan baku tersebut belum pernah ditinjau ulang untuk menyesuaikan dengan kondisi terkini dari perusahaan, sehingga sistem persediaan yang lebih terstruktur perlu diimplementasikan oleh perusahaan. Langkah pertama dalam mengembangkan sistem persediaan adalah memilih model peramalan yang tepat untuk memprediksi bahan baku yang diperlukan, berdasarkan permintaan dari produk multivitamin dan pemakaian bahan baku. Langkah kedua adalah mengumpulkan data waktu tunggu dan kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu. Langkah ketiga adalah menghitung biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan biaya kekurangan bahan untuk menentukan kapan dan berapa jumlah pesanan ekonomis (*EOQ*), jumlah pemesanan kembali (*reorder point*) dan jumlah persediaan pengaman (*safety stock*) yang harus ada untuk mendapatkan biaya total persediaan yang minimal. Sistem persediaan yang didasarkan pada *EOQ* dapat menurunkan biaya persediaan total sebesar 38,52% dari kebijakan saat ini.

**Kata kunci :** *economic order of quantity (EOQ), peramalan, sistem persediaan.*

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

# **DEVELOPMENT OF THE INVENTORY SYSTEM OF RAW MATERIALS IN PHARMACEUTICAL COMPANY**

Student's name : Sisca Dianawati  
NRP : 9114201309  
Supervisor : Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D.

## **ABSTRACT**

PT. X is a pharmaceutical company founded in 1970 and producing medicinal (pharma) and nutrition products for export (in the Southeast Asia region) and local. Production planning created by the Department of PPIC quite often has to be adjusted in accordance with the company condition. Inventory system of raw materials in PT.X is conducted based on the warehouse stock data, wherein the policy was established by the Department of PPIC. This inventory system of raw materials has not been reviewed and updated in order to be able to keep up with the current condition of the company. Therefore, it is necessary to develop a new structured inventory system to maintain an effective and efficient production process. The first step in developing the inventory system is to select the appropriate forecasting model to predict the required raw material, based on the demand of medicinal products and raw material consumption. The second step is to collect lead time and demand of raw materials during lead time data. The third step is to calculate ordering cost, holding costs and expected stock out of materials required to determine when and how many economic order of quantity (EOQ), the reorder point and the size of the safety stock for obtaining the minimum total inventory cost. Inventory system with EOQ method can saving total inventory cost 38,52% than inventory policy in company.

**Keywords:** *economic order of quantity (EOQ), forecasting, inventory system.*

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	7
1.2.1 Batasan Masalah.....	7
1.2.2 Asumsi Penelitian.....	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian .....	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 Persediaan .....	9
2.1.1 Tujuan Persediaan.....	9
2.1.2 Fungsi Persediaan.....	10
2.1.3 Manfaat Persediaan.....	11
2.1.4 Jenis Persediaan .....	11
2.1.5 Biaya-biaya yang Timbul dari Adanya Persediaan.....	12
2.2 Model Persediaan .....	13
2.3 Pengujian Data Waktu Tunggu dan Permintaan Bahan Baku .....	19
2.4 Analisis Sensitivitas .....	20
2.5 Peramalan .....	21
2.5.1 Metode-metode Peramalan.....	21
2.5.2 Metode Times Series.....	22
2.5.3 Model ARIMA.....	23
2.6 Posisi Penelitian.....	25



BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN .....	27
3.1	Tahap Persiapan.....	27
3.2	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	29
3.2.1	Pengumpulan Data.....	29
3.2.2	Pengolahan Data Permintaan.....	29
3.3	Tahap Analisis dan Kesimpulan.....	30
3.3.1	Pengujian Distribusi Data.....	30
3.3.2	Penentuan Parameter Kebijakan Persediaan.....	30
3.3.3	Kesimpulan dan Saran.....	31
BAB 4	PENGUMPULAN DATA DAN PERAMALAN.....	33
4.1	Pengumpulan Data.....	33
4.1.1	Data Permintaan.....	33
4.1.2	Data Biaya Persediaan.....	33
4.1.2.1	Biaya Pembelian.....	33
4.1.2.2	Biaya Pemesanan.....	34
4.1.2.3	Biaya Penyimpanan.....	34
4.1.2.4	Biaya Kekurangan Bahan Baku.....	35
4.1.3	Data Kebutuhan Bahan Baku selama Waktu Tunggu.....	35
4.2	Proses Stationeritas Data.....	36
4.2.1.	Proses Stationeritas Data dalam Variansi.....	36
4.2.2.	Proses Stationeritas Data dalam Rata-rata.....	37
4.3.	Identifikasi Model ARIMA.....	38
4.4.	Uji Statistik Parameter Model.....	39
4.5.	Diagnosa Model.....	40
4.6.	Peramalan .....	46
BAB 5	SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU.....	47
5.1	Perencanaan Sistem Persediaan Bahan Baku.....	47
5.1.1	Analisis Kebutuhan Bahan Baku Selama Waktu Tunggu.....	47
5.1.2	Perencanaan Parameter Sistem Persediaan Bahan Baku.....	49
5.1.3	Analisis Biaya-biaya Persediaan .....	50
5.2	Analisis Sensitivitas .....	51

5.3	Pembahasan .....	52
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
6.1	Kesimpulan.....	55
6.2	Saran.....	56
	DAFTAR PUSTAKA.....	57
	LAMPIRAN.....	59
	BIOGRAFI.....	101

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kebutuhan bahan baku.....	3
Tabel 2.1 Posisi penelitian.....	26
Tabel 4.1 Biaya pembelian bahan baku.....	33
Tabel 4.2 Biaya tenaga kerja karyawan Departemen pembelian.....	34
Tabel 4.3 Biaya tenaga kerja karyawan Departemen gudang bahan baku.....	35
Tabel 4.4 Biaya kekurangan masing-masing bahan baku.....	35
Tabel 4.5 Nilai $\lambda$ dan transformasinya.....	36
Tabel 4.6 Hasil transformasi Box-Cox untuk multivitamin lokal.....	37
Tabel 4.7 Residual model ARIMA ([3,4],0,0) untuk multivitamin lokal.....	41
Tabel 4.8 Hasil peramalan dan setelah dilakukan proses re-transformasi Box-Cox untuk multivitamin lokal.....	44
Tabel 4.9 Kebutuhan bahan baku untuk satu tahun.....	45
Tabel 5.1 Kebutuhan bahan baku OMP selama waktu tunggu.....	47
Tabel 5.2 Hasil dari perhitungan EOQ, ROP, dan SS.....	50
Tabel 5.3 Pengaruh kesalahan estimasi R, C, dan H terhadap $Q^*$ untuk bahan baku OMP.....	52
Tabel 5.4 Persediaan pengaman hasil kebijakan .....	53
Tabel 5.5 Biaya persediaan total berdasarkan kebijakan saat ini.....	53
Tabel 5.6 Perbandingan biaya total kebijakan saat ini versus biaya total setelah menggunakan EOQ.....	54

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Alur proses produksi.....	2
Gambar 1.2	Grafik permintaan produk multivitamin.....	3
Gambar 1.3	Prosedur pembelian bahan baku.....	4
Gambar 1.4	Permintaan awal versus produksi aktual produk multivitamin ekspor.....	6
Gambar 1.5	Permintaan awal versus produksi aktual produk multivitamin lokal.....	6
Gambar 2.1	Model persediaan probabilistik.....	15
Gambar 2.2	<i>Probability of stockout</i> .....	15
Gambar 4.1	Grafik Box-Cox untuk multivitamin lokal.....	36
Gambar 4.2	Grafik Box-Cox untuk multivitamin lokal setelah proses transformasi.....	37
Gambar 4.3	Permintaan untuk multivitamin lokal.....	38
Gambar 4.4	Grafik ACF untuk multivitamin lokal.....	38
Gambar 4.5	Grafik PACF untuk multivitamin lokal.....	39
Gambar 4.6	Grafik ACF residual model ARIMA ([3,4],0,0) untuk multivitamin lokal.....	42
Gambar 4.7	Grafik ACF residual model ARIMA ([3,4],0,0) untuk multivitamin lokal.....	42
Gambar 4.8	Plot distribusi residual model ARIMA ([3,4],0,0) untuk multivitamin lokal.....	43
Gambar 4.9	Grafik perbandingan antara hasil peramalan dengan permintaan aktual multivitamin lokal.....	44
Gambar 5.1	Plot distribusi kebutuhan selama waktu tunggu untuk bahan baku OMP.....	48
Gambar 5.2	Plot distribusi waktu tunggu untuk bahan baku OMP.....	48

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Data permintaan dan klasifikasi bahan baku.....	59
Lampiran B	Biaya persediaan.....	61
Lampiran C	Parameter model ARIMA.....	67
Lampiran D	Data kebutuhan, waktu tunggu dan plot distribusi bahan baku.....	75
Lampiran E	Parameter sistem manajemen persediaan dan analisis sensitivitas.....	95
Lampiran F	Data pendukung lainnya.....	99



***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Pada bagian pendahuluan ini dijelaskan mengenai latar belakang penyusunan penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat dilakukan penelitian, serta ruang lingkup penelitian yang terdiri atas batasan dan asumsi.

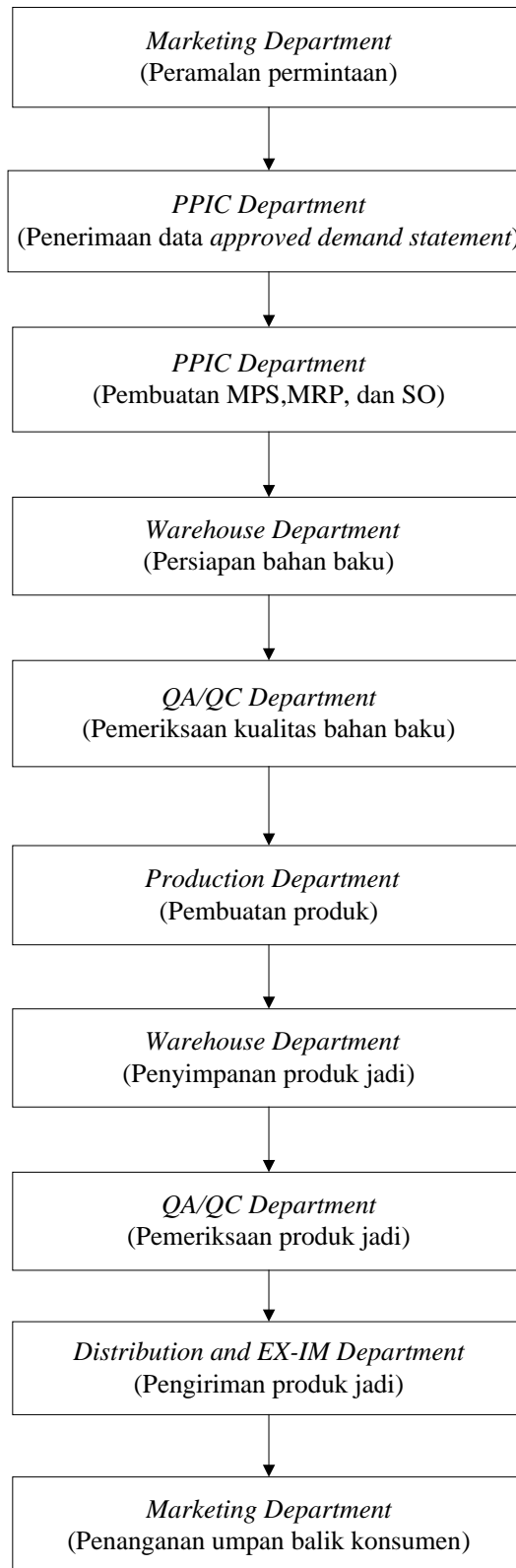
### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan bisnis industri farmasi di Indonesia cukup tinggi. Hal ini dikarenakan pasar domestik farmasi masih relatif kecil, yaitu sekitar 0,3% dari pasar dunia, dimana potensi pasar Indonesia adalah 3,5% dari pasar dunia. Peningkatan jumlah permintaan/konsumsi obat-obatan dalam negeri rata-rata per tahunnya mencapai 9,93% per kapita. Sasaran jangka panjang untuk memenuhi permintaan ekspor berpengaruh terhadap kebijakan produsen farmasi untuk mengembangkan dan mengoptimalkan jumlah produksinya (Priyambodo, 2002).

PT. X merupakan salah satu pabrik farmasi yang berada di Depok, Jawa Barat. Perusahaan yang berdiri sejak tahun 1970 ini telah memasarkan produknya untuk ekspor (wilayah Asia Tenggara) dan lokal. Produk-produk yang dihasilkan dibedakan menjadi dua, yaitu produk obat (pharma) dan produk nutrisi. Produk obat yang diproduksi oleh PT. X berupa multivitamin, antibiotik, sirup pereda sakit dan larutan pedialite. Secara keseluruhan terdapat sekitar 20 jenis produk obat (pharma) yang diproduksi oleh PT. X.

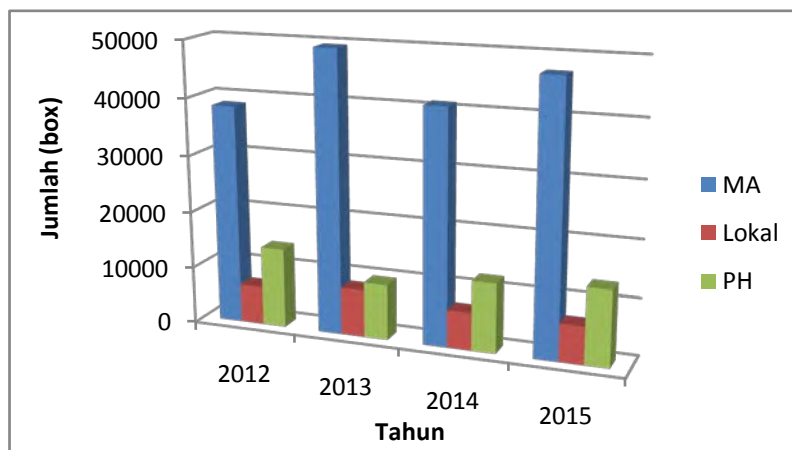
Dalam kegiatan produksi di PT. X, sistem pengendalian bahan bakunya menyesuaikan kebutuhan proses produksi selama periode tertentu (*make to order*) dengan *purchase order* (PO) tiga bulan sebelumnya. *Production Planning and Inventory Control* (PPIC) *Department* bertugas melakukan perencanaan produksi berdasarkan *approved demand statement* (ADS) untuk kebutuhan lokal maupun ekspor. Setelah menerima ADS, PPIC *Department* membuat *master production schedule* (MPS), *material requipment planning* (MRP) dan *shop order* (SO). Selanjutnya SO diberikan kepada tiga departemen, yaitu *Warehouse*, *Quality Assurance* (QA), dan *Production*. *Warehouse Department* mempersiapkan bahan baku yang dibutuhkan sesuai SO, kemudian bahan baku tersebut diuji oleh QA

sesuai dengan *certificate of analysis* (CoA). Setelah disetujui, maka bahan baku tersebut dapat digunakan untuk produksi. Secara garis besar proses produksi yang dilakukan PT. X dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Alur proses produksi

Persediaan merupakan bagian penting dalam operasional industri manufaktur dan industri jasa. Apabila jumlah persediaan yang dimiliki perusahaan terlalu besar maka akan mempengaruhi *cash flow*, *margin profit* dan *loss account* secara menyeluruh pada neraca keuangan perusahaan (Chopra dan Meidl, 2010). Resiko kehilangan kepercayaan pelanggan akan terjadi apabila jumlah persediaan lebih sedikit daripada jumlah permintaan pelanggan. Apabila jumlah persediaan lebih banyak daripada penjualan maka akan mengakibatkan kerugian finansial perusahaan (Hilier dan Lieberman, 2010). Pengelolaan persediaan yang tepat yaitu sesuai dengan jumlah permintaan pelanggan diperlukan supaya tidak menimbulkan kerugian secara finansial.



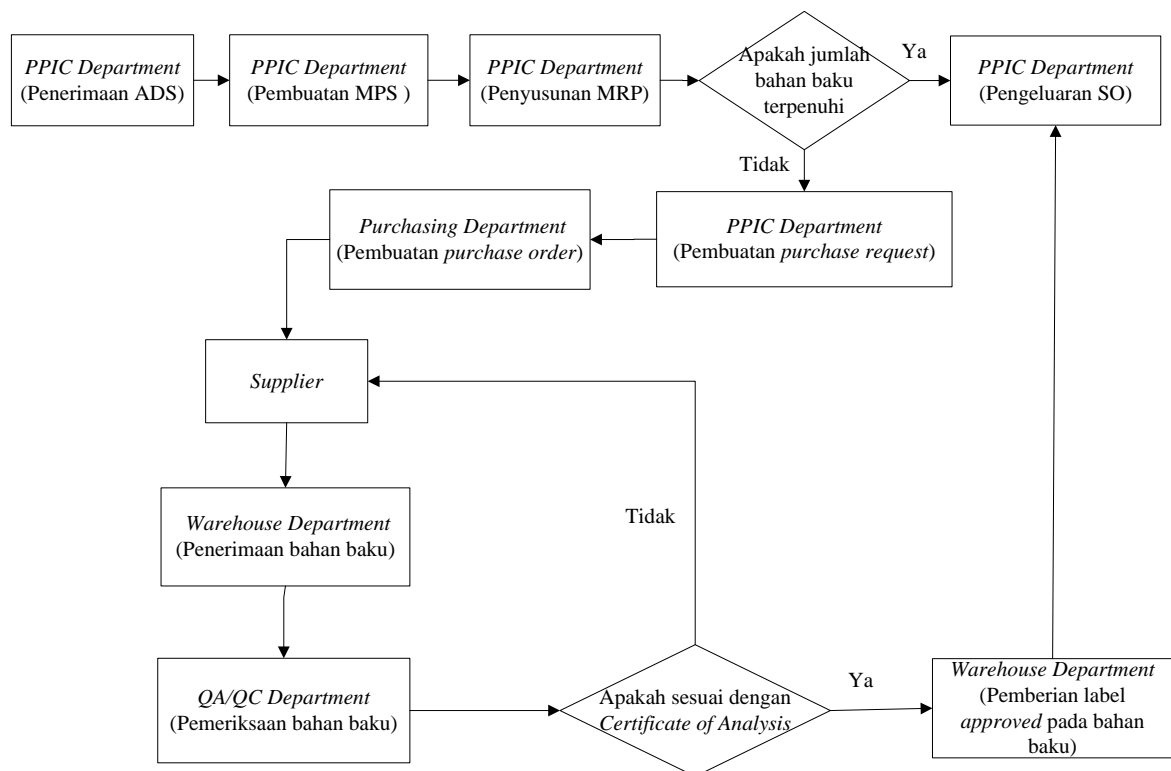
Gambar 1.2 Grafik permintaan produk multivitamin

Tabel 1.1 Kebutuhan bahan baku

No	Bahan baku	kg/tahun
1	ACE	2.716
2	AAC	17.484,25
3	AFO	38,02
4	AST	203,70
5	ALC	6.206,06
6	CLM	509,25
7	DBF	20,37
8	NCN	1.018,50
9	OMP	1.120,35
10	OOY	112,04
11	PLG	577,15
12	PVF	1.222,20
13	PRN	212,19
14	RBV	234,26
15	TLP	2.444,40
16	THN	234,26

Permintaan tahunan produk multivitamin bersifat fluktuatif (Gambar 1.2) menyebabkan kebutuhan bahan baku berubah-ubah. Jumlah kebutuhan bahan baku rata-rata setiap tahunnya ditunjukkan pada Tabel 1.1. Perusahaan menganggap semua bahan baku untuk setiap produksi merupakan bahan utama sehingga perusahaan tidak mengelompokkan bahan baku. Pada Tabel 1.1 dapat dilihat ada beberapa bahan baku yang diperlukan dalam jumlah yang cukup besar. Hal ini perlu dipertimbangkan oleh perusahaan dalam membuat kebijakan persediaan bahan baku karena berpengaruh pada *lead time* dan biaya pemesanan bahan baku.

Ketersediaan bahan baku dikendalikan oleh PPIC. Apabila persediaan bahan baku sudah tidak mencukupi kebutuhan bahan baku (minimal satu minggu ke depan) maka bagian PPIC akan membuat *purchase request* (PR). Selanjutnya *Purchasing Department* akan membuat PO dan memastikan bahan baku dibeli dari vendor yang tercantum dalam *list approved vendor* yang dikeluarkan oleh QA. Prosedur pembelian bahan baku dapat dilihat pada Gambar 1.3.



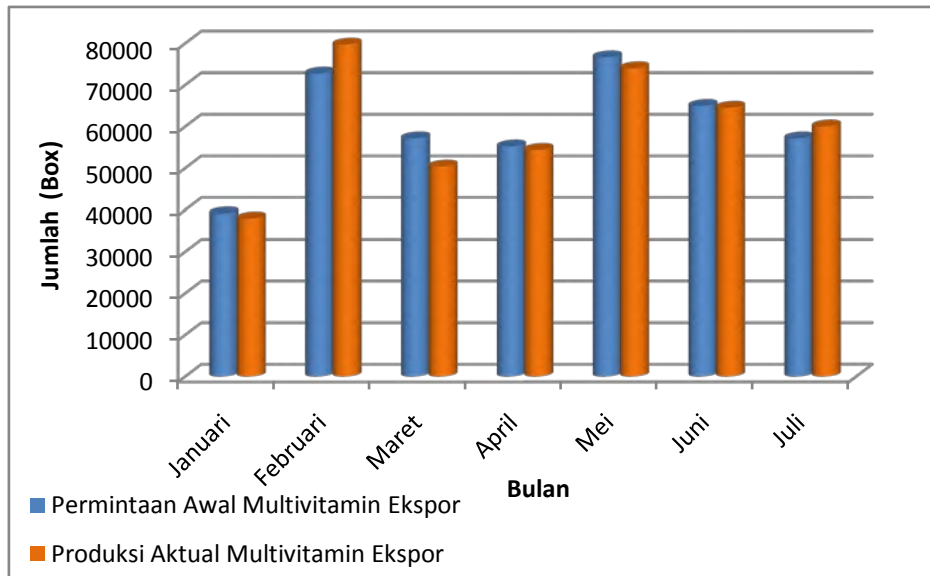
Gambar 1.3 Prosedur pembelian bahan baku

Faktor-faktor utama yang digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebutuhan bahan baku adalah:

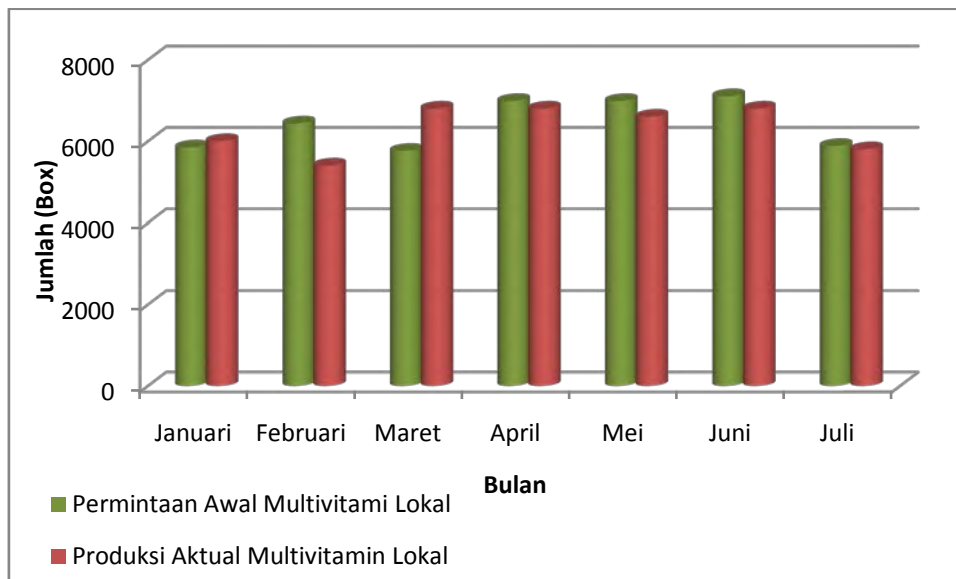
- Bahan baku yang masih terdapat digudang persediaan.
- *Lead time*, yaitu total waktu yang diperlukan oleh pemasok sejak diterimanya PO sampai barang dikirim ke pabrik.
- *Minimum order quantity* (MOQ).
- Jumlah bahan baku yang dipesan berdasarkan perhitungan MRP dan MPS.

Permasalahan yang timbul adalah pengeluaran SO sering mengalami penundaan yang berpengaruh terhadap proses produksi. SO merupakan suatu dokumen yang berisi perencanaan produksi yang sudah disahkan oleh beberapa departemen. SO yang seharusnya diberikan kepada bagian produksi sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, sering mengalami penyesuaian sebelum rencana tersebut dijalankan. Penyesuaian ini terjadi apabila terdapat perubahan pada peramalan yang telah dihitung oleh *Marketing Department* dan apabila jumlah kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi sesuai dengan rencana produksi yang telah ditetapkan. Sistem persediaan saat ini tidak memperhitungkan mengenai ketidakpastian waktu tunggu kedatangan bahan baku dan kurang mempersiapkan persediaan pengaman untuk menghadapi permintaan yang bersifat fluktuatif. Bila rencana yang telah disusun sebelumnya tidak dapat terealisasi dengan baik maka waktu tunggu yang diperlukan untuk produksi lebih lama dari yang telah direncanakan. Hal ini dapat berakibat pada penundaan atau pembatalan pengiriman produk kepada pelanggan.

Gambar 1.4 dan 1.5 menunjukkan ketidakberhasilan pemenuhan permintaan yang terjadi selama periode 7 bulan pada tahun 2015 karena adanya ketidakpastian, sehingga membuat permintaan akhirnya harus disesuaikan dengan kondisi yang memungkinkan. Ketidakpastian tersebut disebabkan adanya *lead time* suatu bahan baku, terutama keterlambatan kedatangan bahan baku. Adanya *lead time* membuat perusahaan harus menentukan waktu pemesanan. Apabila *lead time* suatu pengiriman barang tetap selama 1 hari (tidak mengandung ketidakpastian) maka perusahaan memesan 1 hari sebelum barang habis digunakan, sehingga pesanan yang baru akan datang tepat pada saat barang yang ada habis terjual atau terpakai. Namun, dalam kenyataannya *lead time* tidak pasti, terutama *lead time* beberapa bahan baku dari produk multivitamin. Oleh karena itu, waktu pemesanan kembali suatu barang harus dipertimbangkan.



Gambar 1.4 Permintaan awal versus produksi aktual multivitamin ekspor



Gambar 1.5 Permintaan awal versus produksi aktual multivitamin lokal

Waktu pemesanan kembali sering diwujudkan dalam bentuk nilai *reorder point*, dimana *reorder point* tersebut didalamnya mengandung *safety stock* yang berfungsi untuk melindungi kesalahan dalam memprediksi permintaan selama *lead time*. PPIC *Department* biasanya menyimpan lebih banyak daripada estimasi kebutuhan selama suatu periode tertentu, supaya kebutuhan yang lebih banyak bisa dipenuhi tanpa harus menunggu. Namun, beberapa bahan baku yang mempunyai masa kadaluarsa tidak dapat disimpan terlalu lama, sehingga

memungkinkan kekurangan persediaan apabila permintaan terhadap bahan baku tersebut meningkat sewaktu-waktu. Menentukan berapa besarnya *safety stock* adalah pekerjaan yang tidak mudah, karena besar kecilnya *safety stock* terkait dengan biaya persediaan dan *service level*.

Penelitian yang berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian bahan baku pernah dilakukan sebelumnya. Prasetya (2011) melaporkan penggunaan metode peramalan dan EOQ untuk menentukan jumlah persediaan komponen secara optimal sehingga dapat menurunkan biaya persediaan. Permasalahan serupa juga pernah diteliti oleh Santoso (2013). Pada penelitian tersebut dilakukan penentuan jumlah kebutuhan bahan baku (*ingredient*) dengan menggunakan metode peramalan dan EOQ untuk mendapatkan biaya persediaan yang minimum. Kulkarni dan Rajhans (2013) melakukan penelitian mengenai penentuan model persediaan optimum untuk menurunkan biaya total persediaan. Pada penelitian tersebut dilakukan klasifikasi persediaan dengan metode ABC, dan selanjutnya hasil klasifikasi dianalisis dengan tujuh model pengendalian persediaan dan salah satunya adalah metode EOQ. Selain itu, Chuang dan Chiang (2016) juga menggunakan metode EOQ untuk memperbaiki kebijakan manajemen persediaan barang jadi pada perusahaan otomotif dalam menghadapi ketidakpastian permintaan.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, metode peramalan dan EOQ dapat membantu kelancaran proses produksi dengan biaya yang minimal. Penggunaan metode EOQ diharapkan mampu membantu PT. X dalam menentukan jumlah pesanan bahan baku yang optimal, waktu pemesanan kembali, jumlah persediaan pengaman, dan biaya persediaan yang minimal.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana menetapkan sistem persediaan bahan baku dari PT. X sebagai produsen multivitamin untuk memenuhi ketidakpastian permintaan dari konsumen dengan biaya persediaan yang minimal.

### **1.2.1 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang diberlakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan untuk produk multivitamin lokal.
2. Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini merupakan bahan baku utama



untuk masing-masing tipe produk multivitamin, yaitu OMP, AAC, RBV, PVD, AFO, PRN, THN, CLM, NCN, OOO.

3. Data permintaan produk multivitamin lokal yang digunakan adalah data pada bulan Januari 2012- Desember 2015.

### **1.2.2 Asumsi**

Asumsi-asumsi yang diberlakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Harga bahan baku tidak berubah selama penelitian.
2. Tidak ada bahan baku cacat yang dikirimkan oleh pemasok.
3. Tidak memperhitungkan masa simpan bahan baku.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Memperkirakan permintaan yang akan datang dengan menggunakan metode peramalan yang sesuai.
2. Menentukan jumlah pemesanan yang optimal dengan biaya persediaan minimum.
3. a. Menentukan titik pemesanan ulang (*reorder point*).  
b. Menentukan jumlah persediaan pengaman (*safety stock*).
4. Memperkirakan penurunan biaya persediaan total dari biaya persediaan yang didasarkan pada kebijakan persediaan pengaman saat ini.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Suatu persediaan bahan baku yang disusun dapat digunakan oleh perusahaan untuk membantu menentukan kebutuhan bahan baku secara optimal, agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar sehingga permintaan konsumen dapat terpenuhi, serta menurunkan biaya-biaya yang timbul dari persediaan.
2. Menjadi sarana untuk mengaktualisasikan dan menerapkan ilmu pengetahuan yang diperoleh sewaktu perkuliahan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bagian tinjauan pustaka ini dijelaskan teori-teori yang menjadi dasar dalam penelitian ini seperti pengertian persediaan, model persediaan dan peramalan.

#### **2.1 Persediaan**

Menurut Tersine (1994), persediaan merupakan material yang berada pada kondisi *idle* atau menunggu untuk diproses pada tahap selanjutnya baik untuk dijual ataupun dilakukan proses transformasi lainnya. Menurut pendapat Chase dkk. (2006), sistem persediaan merupakan rangkaian kebijakan dan pengendalian yang dapat memantau tingkat persediaan yang harus dikelola dan penentuan waktu yang tepat untuk pengisian stok, serta seberapa besar permintaan yang harus dilakukan. Berkaitan dengan pengertian tersebut terdapat perbedaan bentuk persediaan yang dimiliki oleh industri jasa dan manufaktur. Pada industri manufaktur bentuk persediaan dapat berupa pasokan bahan baku, barang setengah jadi dan barang jadi (Pujawan dan Mahendrawati, 2010). Sedangkan untuk bidang jasa memiliki bentuk persediaan yang berupa benda berwujud yang berkaitan dengan jasa yang dihasilkan (Chase dkk., 2006). Dalam menjalankan operasionalnya baik industri manufaktur maupun jasa memiliki bentuk persediaan sesuai dengan kebutuhannya.

##### **2.1.1 Tujuan Persediaan**

Menurut Tersine (1994), tujuan pengadaan persediaan dikelompokkan berdasarkan tingkat kebutuhan stoknya sebagai berikut:

- **Faktor Waktu**

Untuk perusahaan yang memiliki urutan proses dan distribusi yang panjang maka persediaan berperan dalam mengurangi *lead time* sehingga permintaan pelanggan dapat terpenuhi secara tepat waktu.

- **Faktor Diskontinuitas**

Kondisi ini merupakan upaya dari pihak produksi dalam memenuhi keinginan pasar yang memiliki variasi produk yang tinggi, sehingga diperlukan keberadaan

persediaan dalam bentuk produk setengah jadi. Hal tersebut dapat menambah fleksibilitas yang baik untuk pihak produsen dan konsumen. Proses pemberian variasi akhir dilakukan oleh pihak *retail*, *distributor* atau *warehousing*.

- Faktor Ketidakpastian

Keberadaan persediaan dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal yang termasuk dalam faktor ini. Beberapa hal tersebut adalah kesalahan dalam melakukan estimasi permintaan, terjadinya kerusakan mesin secara mendadak, penundaan pengiriman dan pengaruh faktor cuaca.

- Faktor Ekonomi

Perusahaan perlu mempertimbangkan pembelian dalam jumlah yang besar kepada pemasok, supaya menguntungkan secara ekonomis. Persediaan berperan untuk stabilisasi terhadap aktivitas produksi.

### **2.1.2 Fungsi Persediaan**

Persediaan dapat dikelompokkan berdasarkan fungsinya sebagai berikut (Ristono, 2009):

- a. Persediaan dalam *Lot Size*

Persediaan muncul karena ada persyaratan ekonomis untuk menyediakan kembali (replenishment). Persediaan dalam lot yang besar atau dengan kecepatan sedikit lebih cepat dari permintaan akan lebih ekonomis. Faktor penentu persyaratan ekonomis antara lain biaya pemasangan, biaya persiapan produksi atau pembelian dan biaya transportasi.

- b. Persediaan Cadangan

Pengendalian persediaan timbul karena adanya ketidakpastian dan peramalan permintaan konsumen biasanya disebabkan oleh kesalahan peramalan. Oleh karena itu, waktu siklus produksi (*lead time*) mungkin lebih panjang dari yang diprediksi. Jumlah produksi yang ditolak (*reject*) hanya bisa diprediksi dalam proses produksi. Persediaan cadangan mengurangi faktor kegagalan memenuhi permintaan konsumen dan kebutuhan manufaktur tepat pada waktunya.

- c. Persediaan Antisipasi

Persediaan dapat bertujuan untuk mengantisipasi terjadinya penurunan persediaan (*supply*) dan kenaikan permintaan (*demand*), atau kenaikan harga. Untuk menjaga kontinuitas pengiriman produk ke konsumen, suatu perusahaan dapat menyimpan persediaan yang dibuat berlebih.

d. *Persediaan Pipeline*

Sistem persediaan dapat diibaratkan sebagai sekumpulan tempat (*stock point*) dengan aliran diantara tempat persediaan tersebut. Jumlah persediaan terdiri dari aliran persediaan dan jumlah persediaan yang terakumulasi ditempat persediaan. Jika aliran melibatkan perubahan fisik produk, seperti perlakuan panas atau perakitan beberapa komponen, persediaan dalam aliran tersebut merupakan persediaan setengah jadi (*work in process*). Jika suatu produk tidak dapat berubah secara fisik, tetapi dipindahkan dari suatu tempat penyimpanan ke tempat penyimpanan lain, maka disebut sebagai persediaan transportasi. Jumlah dari persediaan setengah jadi dan persediaan transportasi disebut sebagai persediaan *pipeline*.

### 2.1.3 Manfaat Persediaan

Persediaan yang ada mulai dari bentuk bahan mentah sampai dengan barang jadi, antara lain berguna untuk dapat (Chase dkk., 2006):

1. Menghilangkan resiko keterlambatan datangnya barang atau bahan yang dibutuhkan perusahaan.
2. Menghilangkan resiko dari material cacat yang dipesan sehingga harus dikembalikan.
3. Untuk mengumpulkan bahan-bahan yang dihasilkan secara musiman sehingga dapat digunakan ketika bahan itu tidak tersedia di pasar.
4. Mempertahankan stabilitas operasi perusahaan atau menjamin kelancaran arus produksi.
5. Mencapai penggunaan mesin yang optimal.
6. Memberikan pelayanan (*service*) kepada pelanggan dengan sebaik- baiknya dimana keinginan pelanggan pada suatu waktu dapat dipenuhi atau memberikan jaminan atas ketersediaan barang jadi tersebut.

### 2.1.4 Jenis Persediaan

Menurut jenisnya, persediaan dapat dibedakan atas (Assauri, 1993):

1. Persediaan bahan baku (*raw material stock*)

Persediaan barang yang digunakan dalam proses produksi, dimana barang tersebut diperoleh dari sumber-sumber alam ataupun dibeli dari pemasok. Bahan baku diperlukan oleh pabrik untuk diolah, kemudian melalui beberapa

proses diharapkan menjadi barang jadi (*finished goods*).

2. Persediaan komponen atau *parts* yang dibeli (*purchased parts/componen stock*)

Persediaan barang yang terdiri dari komponen, dapat secara langsung dirakit dengan komponen lain, tanpa melalui proses produksi sebelumnya. Jadi bentuk barang yang merupakan komponen ini tidak mengalami perubahan dalam operasi.

3. Persediaan bahan pendukung atau perlengkapan (*supplies stock*)

Persediaan barang atau bahan yang diperlukan dalam proses produksi untuk membantu berhasilnya produksi, tetapi tidak merupakan bagian atau komponen dari barang jadi.

4. Persediaan barang setengah jadi atau barang dalam proses (*work in proces/ process stock*)

Persediaan barang-barang yang merupakan keluaran atau hasil dari setiap bagian dalam proses produksi atau yang telah diubah menjadi suatu bentuk, tetapi masih perlu diproses lebih lanjut menjadi barang jadi.

5. Persediaan barang jadi (*finished goods*)

Persediaan barang-barang yang telah selesai diproses atau diolah dalam pabrik dan siap untuk dijual kepada konsumen.

### **2.1.5 Biaya-biaya yang Timbul dari Adanya Persediaan**

Biaya sistem persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat dari adanya persediaan. Biaya sistem persediaan terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan biaya kekurangan persediaan. Ada beberapa biaya yang berhubungan dengan persediaan, yaitu (Joko, 2001):

1. Biaya Pembelian (*Purchased Cost*)

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini sangat tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Biaya pembelian merupakan faktor penting ketika harga barang yang dibeli tergantung pada ukuran pembelian (yang biasanya disebut dengan *quantity discount*).

## 2. Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*)

Sesuai dengan jenisnya, biaya pengadaan dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

- a. Biaya pemesanan (*ordering cost*) adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar (*supplier*). Biaya pemesanan meliputi biaya telepon, fax, atau surat-menyurat yang dilakukan dalam rangka memesan barang tersebut, termasuk juga biaya pengangkutan.
- b. Biaya persiapan (*setup cost*) adalah semua biaya yang timbul dalam rangka mempersiapkan produksi suatu barang. Biaya ini timbul di dalam pabrik, yang meliputi biaya penyimpanan peralatan produksi, penyetelan mesin, dan mempersiapkan gambar kerja.

## 3. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost/Carrying Cost*)

Biaya penyimpanan adalah biaya yang timbul akibat aktivitas penyimpanan barang yang dilakukan oleh perusahaan. Biaya ini meliputi biaya modal, biaya sewa gudang atau depresiasi gudang, biaya kerusakan dan penyusutan, biaya asuransi, biaya administrasi dan pemindahan.

## 4. Biaya Kehabisan atau Kekurangan Bahan (*Shortage Cost*)

Biaya kehabisan atau kekurangan bahan adalah biaya yang terjadi karena perusahaan kehabisan barang pada saat permintaan muncul. Keadaan ini akan menimbulkan kerugian karena perusahaan kehilangan kesempatan mendapat keuntungan atau kehilangan konsumen yang beralih ke tempat lain karena kecewa. Biaya kehabisan atau kekurangan bahan sulit diperkirakan. Yang termasuk biaya kekurangan atau kehabisan bahan adalah biaya kehilangan konsumen, biaya pemesanan khusus, dan biaya terganggunya proses produksi.

## 2.2 Model Persediaan

Model persediaan dibedakan menjadi dua (Tersine, 1994), yaitu:

### 1. Model Persediaan Deterministik

Model persediaan yang parameter-parameternya merupakan variabel-variabel pasti atau dapat ditetapkan secara pasti. Dalam sistem persediaan deterministik dikenal dua model, yaitu:

#### a. *Fixed Order Size System* (FOS)

Masalah yang sering dihadapi dalam mengatur persediaan adalah kapan dan berapa banyak harus memesan. Pemecahannya tergantung dari sistem

persediaan yang digunakan dan parameter-parameter yang dipakai dalam sistem persediaan tersebut. FOS mengasumsikan bahwa tingkat permintaan diketahui dengan pasti dan tetap, sehingga jumlah material yang harus dipesan dan kapan proses pemesanan dilakukan dianggap tetap juga. Jumlah material yang ada di gudang dapat berubah tergantung dari jumlah material yang dipesan. Bila jumlah material di gudang sampai pada jumlah tertentu (*reorder point*), maka pemesanan dilakukan kembali. Dari penjelasan tersebut, maka parameter yang ada pada sistem ini adalah titik pemesanan kembali dan jumlah material yang harus dipesan. Sistem FOS ini sering pula disebut sebagai sistem *quantity*, sebab jumlah material yang harus dipesan selalu tetap. Jumlah pesanan yang dapat meminimalkan biaya persediaan adalah *economic order quantity* (EOQ). Modelnya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$TC(Q) = PR + \frac{CR}{Q} + \frac{HQ}{2} \quad (2.1)$$

Dengan:

- R = Kebutuhan tahunan (dalam unit)
- P = Biaya pembelian tiap jenis
- C = Biaya pemesanan setiap kali pesan
- H = Biaya penyimpanan per unit per tahun
- Q = Jumlah pesanan dalam unit

Q pada saat EOQ dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q = \sqrt{\frac{2CR}{H}} \quad (2.2)$$

Metode EOQ didasarkan pada asumsi berikut:

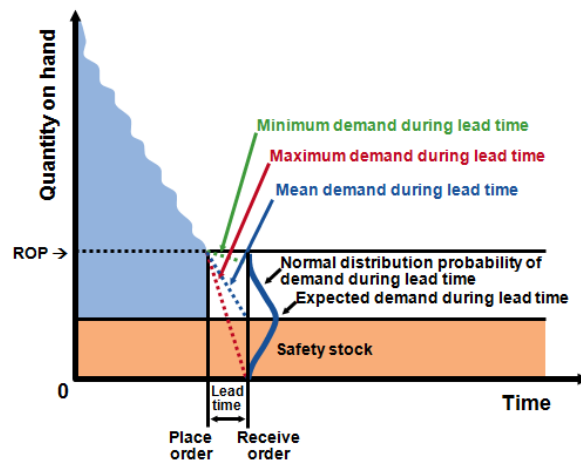
1. Tingkat permintaan konstan dan diketahui
2. Waktu tunggu diketahui dan konstan.
3. Struktur biaya dan harga pembelian tetap.

#### b. *Fixed Order Interval System* (FOI)

Sering disebut dengan nama *periodic inventory system* dan dilaksanakan berdasarkan pemeriksaan level persediaan secara periodik, bukan secara kontinyu seperti pada FOS.

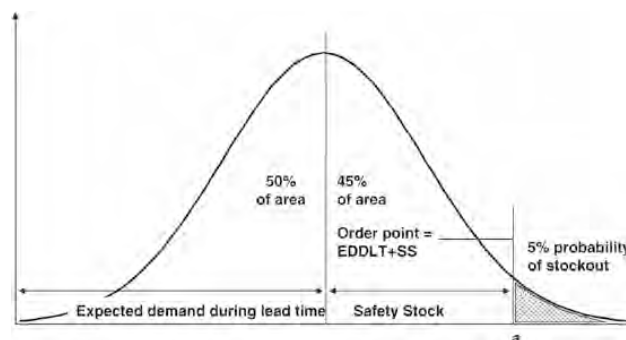
## 2. Model Persediaan Probabilistik

Model persediaan probabilistik digunakan apabila permintaan di masa mendatang tidak diketahui secara pasti melainkan diketahui dari data di masa lalu. *Demand* dan *lead time* probabilistik pada periode setelah *reorder point* akan memungkinkan terjadinya peristiwa kelebihan atau kehabisan persediaan, hal ini akan menimbulkan biaya simpan jika terjadi kelebihan persediaan dan biaya kehabisan persediaan bila terjadi kehabisan persediaan. Permintaan selama waktu tunggu ditunjukkan pada Gambar 2.1 (Heizer dan Render, 2011).



Gambar 2.1. Model persediaan probabilistik

Pada model persediaan probabilistik, permintaan bahan baku dan waktu tunggu merupakan variabel yang acak, sehingga faktor resiko dan ketidakpastian diperhitungkan dalam model-modelnya. Saat jumlah permintaan bahan selama waktu tunggu dan waktu tunggu tidak dapat diketahui dengan pasti, maka faktor resiko kekurangan persediaan harus ditetapkan. Dengan bantuan distribusi normal, faktor resiko kekurangan persediaan dan faktor ketidakpastian permintaan bahan selama waktu tunggu dapat diketahui. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.2 (Tersine, 1994).



Gambar 2.2 Probability of stockout



Karena adanya faktor ketidakpastian, maka diperlukan *safety stock* yang bertujuan untuk menghindari ketiadaan persediaan selama ada permintaan produk, akibat dari keterlambatan suplai bahan atau jumlah permintaan aktual yang lebih tinggi dari jumlah yang diramalkan. Rumusan-rumusan dari model probabilistik adalah sebagai berikut (Tersine, 1994):

a. Jumlah pesanan optimal

Model ini digunakan apabila jumlah permintaan pada waktu tunggu dan waktu tunggu mengikuti distribusi normal. Rumus yang digunakan untuk menghitung Q adalah sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{\frac{2R [C + A.E(M > B)]}{H}} \quad (2.3)$$

Dengan:

R = Perkiraan kebutuhan bahan selama satu periode

C = Besarnya biaya pemesanan

A = Biaya kekurangan bahan selama waktu tunggu

H = Biaya penyimpanan

E (M > B) = Ekspektasi kekurangan bahan

b. Peluang terjadi kekurangan persediaan yang optimal (*Optimum probability of stockout*)

Adalah kemungkinan yang paling optimal terjadinya kekurangan persediaan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P (M > B) = P_{(s)} = \frac{HQ}{AR} \quad (2.4)$$

$$P (M \leq B) = 1 - P (M > B) \quad (2.5)$$

Dengan:

M = Permintaan bahan baku selama waktu tunggu

B = Titik pemesanan kembali

c. Titik pemesanan kembali

Titik pemesanan kembali adalah saat dimana perusahaan harus melakukan pemesanan bahan baku pada jumlah tertentu agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar. Yang mempengaruhi titik pemesanan kembali adalah permintaan bahan baku selama waktu tunggu, tetapi permintaan

bahan baku dan waktu tunggu tidak selalu konstan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$B = M + S \quad (2.6)$$

Dengan:

$M$  = Permintaan bahan baku selama waktu tunggu

$S$  = Persediaan pengaman

Jika permintaan bahan baku variabel dan waktu tunggu konstan, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$B = \bar{M} + S = \bar{M} + Z_{\alpha} \cdot \sigma_D \quad (2.7)$$

Dengan:

$\bar{M} = \bar{D} \cdot \bar{L}$  = Rata-rata permintaan bahan baku selama waktu tunggu

$\bar{D}$  = Rata-rata permintaan bahan baku

$\bar{L}$  = Rata-rata waktu tunggu

$\sigma_D$  = Deviasi standar dari kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu

$Z_{\alpha}$  = Nilai dari tabel distribusi normal

Jika permintaan bahan baku konstan dan waktu tunggu variabel, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$B = \bar{M} + S = \bar{M} + Z_{\alpha} \cdot \sigma_L \quad (2.8)$$

Dengan:

$\bar{M} = \bar{D} \cdot \bar{L}$  = Rata-rata permintaan bahan baku selama waktu tunggu

$\sigma_L$  = Deviasi standar selama waktu tunggu

$Z_{\alpha}$  = Nilai dari tabel distribusi normal

Jika permintaan bahan baku dan waktu tunggu variabel, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$B = \bar{M} + S = \bar{M} + Z_{\alpha} \cdot \sigma \quad (2.9)$$

$$\sigma^2 = \bar{L}\sigma_D^2 + \bar{D}^2\sigma_L^2 \quad (2.10)$$

Dengan:

$\bar{M} = \bar{D} \cdot \bar{L}$  = Rata-rata permintaan bahan baku selama waktu tunggu

$\sigma_D$  = Deviasi standar dari distribusi permintaan bahan baku selama waktu tunggu

$\sigma_L$  = Deviasi standar dari distribusi waktu tunggu

d. Ekspektasi kekurangan bahan

Ekspektasi ini dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E(M > B) = \sigma \cdot f \left[ \frac{B - \bar{M}}{\sigma} \right] + (M - B) \left( 1 - F \left[ \frac{B - \bar{M}}{\sigma} \right] \right) \quad (2.11)$$

Dengan:

$$f \left[ \frac{B - \bar{M}}{\sigma} \right] = \text{Tinggi fungsi padat peluang pada distribusi normal}$$

$$F \left[ \frac{B - \bar{M}}{\sigma} \right] = \text{Fungsi distribusi kumulatif pada distribusi normal}$$

e. Jumlah persediaan pengaman

Jumlah ini ditentukan oleh besarnya tingkat pemesanan kembali dan ekspektasi kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu. Bila kebutuhan selama waktu tunggu berdistribusi normal, maka besarnya ekspektasi persediaan pengaman adalah:

$$S = \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM = B - \bar{M} \quad (2.12)$$

f. Biaya pembelian bahan baku

Besarnya biaya pembelian bahan baku dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_{\text{tot}} = R \cdot P \quad (2.13)$$

Dengan:

$$P_{\text{tot}} = \text{Biaya total pembelian bahan baku}$$

$$P = \text{Biaya pembelian bahan baku setiap unit}$$

$$R = \text{Perkiraan kebutuhan bahan baku selama satu periode}$$

g. Biaya penyimpanan bahan baku

Biaya penyimpanan bahan baku dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H = H \left[ \frac{Q}{2} + (B - \bar{M}) \right] \quad (2.14)$$

Dengan:

$$Q = \text{Jumlah pesanan optimal dalam unit}$$

$$H = \text{Biaya penyimpanan bahan baku setiap unit}$$

$$B - \bar{M} = \text{Jumlah persediaan penyangga}$$

h. Biaya pemesanan bahan baku

Biaya pemesanan bahan baku dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{R.C}{Q} \quad (2.15)$$

Dengan:

R = Perkiraan kebutuhan bahan baku selama satu periode

C = Besarnya biaya pemesanan bahan baku setiap kali pesan

Q = Jumlah pesanan optimal dalam unit

i. Biaya kekurangan bahan

Biaya ini timbul jika pemakaian bahan baku selama waktu tunggu lebih besar daripada titik pemesanan kembali. Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya kekurangan barang adalah sebagai berikut:

$$SC = \frac{AR}{Q} E(M > B) \quad (2.16)$$

Dengan:

A = Biaya yang disebabkan kekurangan persediaan selama waktu tunggu

R = Perkiraan kebutuhan bahan baku selama satu periode

Q = Jumlah pesanan optimal dalam unit

E (M > B) = Ekspektasi kekurangan bahan

j. Jumlah biaya keseluruhan

Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya keseluruhan adalah sebagai berikut:

$$TC = P + H + C + SC \quad (2.17)$$

$$TC = R.P + H \left[ \frac{Q}{2} + (B - \bar{M}) \right] + \frac{R}{Q} [C + A.E(M > B)] \quad (2.18)$$

### 2.3 Pengujian Data Waktu Tunggu dan Permintaan Bahan Baku selama Waktu Tunggu

Pada model persediaan probabilistik, permintaan bahan baku selama waktu tunggu dan waktu tunggu merupakan variabel acak, sehingga perlu diketahui distribusi dari data permintaan bahan baku selama waktu tunggu dan distribusi dari waktu tunggu. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut (Tersine, 1994):

- 1 Menghitung rata-rata kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu ( $\bar{M}$ ) dan rata-rata waktu tunggu ( $\bar{D}$ ).

- 2 Memeriksa distribusi yang berlaku untuk data kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu dan data waktu tunggu, apakah data berdistribusi normal atau tidak.
- 3 Bila data tidak berdistribusi normal, maka dilakukan penambahan data supaya data menjadi berdistribusi normal.

## 2.4 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas adalah analisis yang berkaitan dengan perubahan diskrit parameter untuk melihat berapa besar perubahan yang dapat ditolerir sebelum solusi optimal mulai kehilangan optimalitasnya. Jika suatu perubahan kecil dalam parameter menyebabkan perubahan drastis dalam solusi, maka dapat dikatakan bahwa solusi sangat sensitif terhadap nilai parameter tersebut dan sebaliknya. Menurut Tersine (1994), untuk semua model persediaan diasumsikan bahwa semua nilai parameter pada rumus perhitungan EOQ adalah tetap. Dengan demikian apabila ada nilai parameter yang berubah, maka jumlah pesanan optimal akan berubah juga. Analisis sensitivitas digunakan untuk menentukan bagaimana pengaruh atau kesalahan data dalam parameter terhadap jumlah pesanan optimal ( $Q^*$ ). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\frac{Q-Q^*}{Q^*} = \sqrt{\frac{X_c X_R}{X_H}} - 1 = \text{fraksi kesalahan jumlah pemesanan} \quad (2.19)$$

Dengan:

$Q$  = Jumlah pemesanan dengan kesalahan parameter

$Q^*$  = EOQ = jumlah pesanan ekonomis

$X_R$  = Estimasi permintaan/permintaan sebenarnya  
= Faktor kesalahan pesanan

$X_C$  = Estimasi biaya pemesanan/biaya pemesanan sebenarnya  
= Faktor kesalahan biaya pemesanan

$X_H$  = Estimasi biaya penyimpanan/biaya penyimpanan sebenarnya  
= Faktor kesalahan biaya penyimpanan

Persamaan diatas dapat disederhanakan menjadi:

$$Q = Q^* \sqrt{\frac{X_c X_R}{X_H}} \quad (2.20)$$

## 2.5 Peramalan

Peramalan pada dasarnya merupakan proses menyusun informasi tentang kejadian masa lampau yang berurutan untuk menduga kejadian di masa depan. Peramalan pada umumnya digunakan untuk memprediksi sesuatu yang kemungkinan besar akan terjadi misalnya kondisi permintaan, banyaknya curah hujan, kondisi ekonomi, dan lain-lain. Namun, ketepatan prediksi peristiwa dan tingkat kejadian di masa mendatang tidak mungkin dapat terjadi secara mutlak.

Terdapat 2 (dua) langkah dasar yang harus dilakukan dalam membuat atau menghasilkan suatu peramalan yang akurat (Hanke dkk., 2001). Langkah dasar yang pertama adalah pengumpulan data yang berhubungan dengan tujuan peramalan dan memuat informasi-informasi yang dapat menghasilkan peramalan yang akurat. Langkah dasar yang kedua adalah memilih metode peramalan yang tepat yang akan digunakan dalam mengolah informasi yang telah dikumpulkan.

### 2.5.1 Metode-metode Peramalan

Berdasarkan sifatnya, peramalan dapat dikategorikan ke dalam 2 (dua) kategori utama (Makridakis dkk., 1991), yaitu:

#### 1. Peramalan Kualitatif

Peramalan kualitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kualitatif pada masa lalu, misalnya tentang selera konsumen terhadap suatu produk, atau survei tentang loyalitas konsumen, dan lain-lain. Hasil peramalan kualitatif didasarkan pada pengamatan kejadian-kejadian di masa sebelumnya yang pengembangannya digabung dengan pemikiran dari penyusunnya secara estimasi subjektif atau opini para ahli. Contoh metode peramalan kualitatif adalah metode estimasi subyektif, survei, dan *Delphi*.

#### 2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu yang diperoleh dari pengamatan nilai-nilai sebelumnya secara statistik dan matematis. Metode ini didasarkan atas prinsip-prinsip statistik yang memiliki tingkat ketepatan tinggi atau dapat meminimumkan kesalahan, serta lebih sistematis. Metode peramalan kuantitatif terbagi atas dua metode, yaitu metode deret berkala (*time series*) dan metode kausal (sebab-akibat). Hasil peramalan yang dibuat tergantung pada metode yang digunakan, dan jika digunakan metode yang berbeda akan diperoleh hasil peramalan yang berbeda.

### 2.5.2 Metode Time Series

*Time series* atau deret berkala adalah himpunan observasi data terurut dalam waktu yang berjarak sama (misalnya: mingguan, bulanan, tahunan, dan lain-lain). Metode *time series* adalah metode peramalan dengan menggunakan analisis pola hubungan antara variabel yang akan dipekirakan dengan variabel waktu, dan biasanya digambarkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan perilaku subyek. Peramalan suatu data *time series* perlu memperhatikan tipe atau pola data. Menurut Hanke dkk. (2001), terdapat empat macam pola data *time series*, yaitu:

#### a. Horisontal (*Stationery*)

Tipe data horisontal ialah ketika data observasi berubah-ubah di sekitar tingkatan atau rata-rata yang konstan. Sebagai contoh data penjualan tiap bulan suatu produk tidak meningkat atau menurun secara konsisten pada suatu waktu. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data horisontal adalah *simple moving averaging method*, *moving average*, *simple exponential smoothing*, dan *Box-Jenkins method*.

#### b. Musiman (*Seasonal*)

Tipe data musiman ialah ketika pola data dipengaruhi oleh musiman, yang ditandai dengan adanya pola perubahan yang berulang secara otomatis dari tahun ke tahun. Sebagai contoh adalah pola data pembelian buku baru pada tahun ajaran baru. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data musiman adalah *decomposition*, *Winter's exponential smoothing*, *multiple regression*, dan *Box-Jenkins method*.

#### c. Tren

Tipe data tren terjadi bilamana data pengamatan mengalami kenaikan atau penurunan selama periode jangka panjang. Sebagai contoh adalah data harga suatu produk yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data tren adalah *linear moving average*, *Brown's linear exponential smoothing*, *Holt's linear exponential smoothing*, *simple regression* dan *exponential model*.

#### d. Siklus (*Cyclical*)

Tipe data siklus terjadi bilamana deret data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang. Sebagai contoh adalah data-data pada kegiatan

ekonomi dan bisnis. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data siklus adalah *decomposition*, *economic indicators*, *econometric models* dan *multiple regression*.

### 2.5.3 Model ARIMA

Model *autoregresif integrated moving average* (ARIMA) sering juga disebut sebagai metode runtun waktu *Box-Jenkins*. ARIMA merupakan metode sistematis yang tidak mengasumsikan model spesifik tertentu, tetapi menganalisis data historis dengan melakukan peramalan untuk menentukan model yang sesuai. Model ARIMA dapat menghasilkan peramalan dengan lebih akurat berdasarkan keterkaitan dengan data masa lalu. Metode ini cocok digunakan jika observasi dari deret waktu (*time series*) secara statistik berhubungan satu sama lain (*dependent*). Model ARIMA ini dapat diterapkan dengan baik pada kondisi data yang stasioner maupun yang tidak stasioner, tetapi harus distasionerkan terlebih dahulu.

Ada 3 (tiga) langkah dasar yang harus dilakukan secara berurutan sewaktu menggunakan model ARIMA (Makridakis dkk., 1991), yaitu:

#### 1. Tahap Identifikasi

Data yang stasioner merupakan syarat jika ingin melakukan peramalan menggunakan model ARIMA. Kestasioneran data dilihat baik terhadap varian maupun rata-rata. Jika data telah stasioner maka tahap identifikasi dapat dilakukan. Identifikasi dilakukan terhadap parameter-parameter model dengan menggunakan metode autokorelasi dan autokorelasi parsial. Parameter-parameter model tersebut adalah nilai  $p$ ,  $d$ ,  $q$ . Nilai  $p$  menyatakan jumlah proses *autoregressive* (AR), nilai  $d$  menyatakan jumlah pembeda (*differencing*) agar suatu data deret berkala dapat stasioner, dan nilai  $q$  menyatakan jumlah proses *moving average* (MA). Nilai  $p$ ,  $d$ ,  $q$  tersebut dapat diidentifikasi dengan cara menganalisis grafik fungsi koefisien korelasi (ACF) dan fungsi koefisien autokorelasi parsial (PACF) dari suatu data.

#### 2. Tahap Estimasi (Penaksiran)

Pada tahap ini dilakukan estimasi terhadap komponen-komponen *autoregressive* (AR) dan *moving average* (MA) untuk melihat apakah komponen-komponen tersebut secara signifikan memberikan kontribusi terhadap model. Uji statistik parameter dilakukan dengan cara menguji signifikansi dari



parameter AR (p) atau MA (q). Hipotesis yang digunakan dalam uji statistik parameter adalah:

$$H_0: \phi = 0$$

$$H_1: \phi \neq 0$$

Dengan  $\phi$  adalah koefisien parameter AR (p) atau MA (q). Jika nilai p pada uji statistik lebih besar dari nilai  $\alpha$ , maka  $H_0$  gagal ditolak. Hal ini berarti nilai parameter tidak cukup signifikan dalam model.

### 3. Tahap Pemeriksaan

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan terhadap model yang telah dipilih sebelumnya, apakah sudah cocok dengan data atau tidak. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga kemungkinan ada model ARIMA lain yang lebih cocok untuk sebuah data. Salah satu uji pengecekan yang dapat dilakukan adalah dengan mengamati apakah residual dari model terestimasi merupakan *white noise* (tidak berkorelasi) atau tidak. Jika residual berupa *white noise* (tidak berkorelasi) berarti model yang dipilih cocok dengan data. Sebaliknya bila residual tidak berupa *white noise*, berarti model yang dipilih bukan merupakan model yang cocok, sehingga harus dilakukan proses identifikasi ulang dari model awal.

Menurut Makridakis dkk. (1991), Model Box-Jenkins (ARIMA) dibagi ke dalam 3 kelompok, yaitu:

#### a. Model *Autoregressive* (AR)

Bentuk umum model *autoregressive* dengan ordo p (AR(p)) atau model ARIMA (p,0,0) dinyatakan sebagai berikut:

$$Y_t = \mu' + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \quad (2.21)$$

Dengan:

$\mu'$  = suatu konstanta

$\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_p$  = parameter autoregresif ke-p

$e_t$  = nilai kesalahan pada saat  $t$

#### b. Model *Moving Average* (MA)

Bentuk umum model *moving average* dengan ordo q (MA(q)) atau model ARIMA (0,0,q) dinyatakan sebagai berikut:

$$Y_t = \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.22)$$

Dengan:

$\mu'$  = suatu konstanta

$\theta_1, \theta_2, \theta_q$  = parameter-parameter *moving average*

$e_{t-k}$  = nilai kesalahan pada saat t-k

c. Model Campuran

- Proses ARMA

Model umum untuk campuran proses AR(1) dan MA(1), misal ARIMA (1,0,1) dinyatakan sebagai berikut:

$$Y_t = \mu' + \phi_1 Y_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1} \quad (2.23)$$

Atau

$$(1 - \phi_1 B)Y_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t \quad (2.24)$$

- Proses ARIMA

Apabila nonstasioneritas ditambahkan pada campuran proses ARMA, maka model umum ARIMA (p,d,q) terpenuhi. Persamaan untuk kasus sederhana ARIMA (1,1,1) adalah sebagai berikut:

$$(1 - B)(1 - \phi_1 B)Y_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t \quad (2.25)$$

- Subset ARIMA

Menurut Tarno (2013) model subset ARIMA merupakan bagian dari model ARIMA tergeneralisasi, sehingga tidak dapat dinyatakan dalam bentuk umum. Model subset ARIMA ini merupakan himpunan bagian dari model ARIMA. Sebagai contoh subset ARIMA ([1,5],0,[1,12]) dapat ditulis sebagai berikut:

$$(1 - \phi_1 B - \phi_5 B^5)Y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_{12} B^{12})e_t \quad (2.26)$$

## 2.6 Posisi Penelitian

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang topik persediaan, khususnya peramalan dan metode EOQ yang terkait dengan penelitian ini, dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Posisi penelitian

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Tahun
1.	Prasetyo, A. T.	Perencanaan dan Pengendalian Komponen dengan Menggunakan Metode EOQ pada CV. Sinar Baja Electric	<i>ARIMA, Probabilistic Inventory, Economic Order Quantity</i>	2011
2.	Santoso, L. H.	Perencanaan Sistem Persediaan Ingredient dari <i>Margarin</i> dan <i>Shortening</i> dengan Menggunakan Metode Peramalan dan EOQ di PT. Smart Tbk.	<i>ARIMA, Exponential Smoothing, Probabilistic Inventory, Economic Order Quantity</i>	2013
3.	Kulkarni, M. S. dan Rajhans, N. R.	<i>Determination of Optimum Inventory Model for Minimizing Total Inventory Cost</i>	<i>ABC classification, Wagner-Whitin Algorithm, Economic Order Quantity</i>	2013
4.	Chuang, C. H. dan Chiang, C. Y.	<i>Dynamic and stochastic behavior of coefficient of demand uncertainty incorporated with EOQ</i>	<i>Variable Mean Response, Economic Order Quantity</i>	2016
5.	Dianawati, S.	Perencanaan Sistem Persediaan Bahan Baku Multivitamin di Perusahaan Farmasi	<i>ARIMA, Probabilistic Inventory, Economic Order Quantity</i>	2016

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

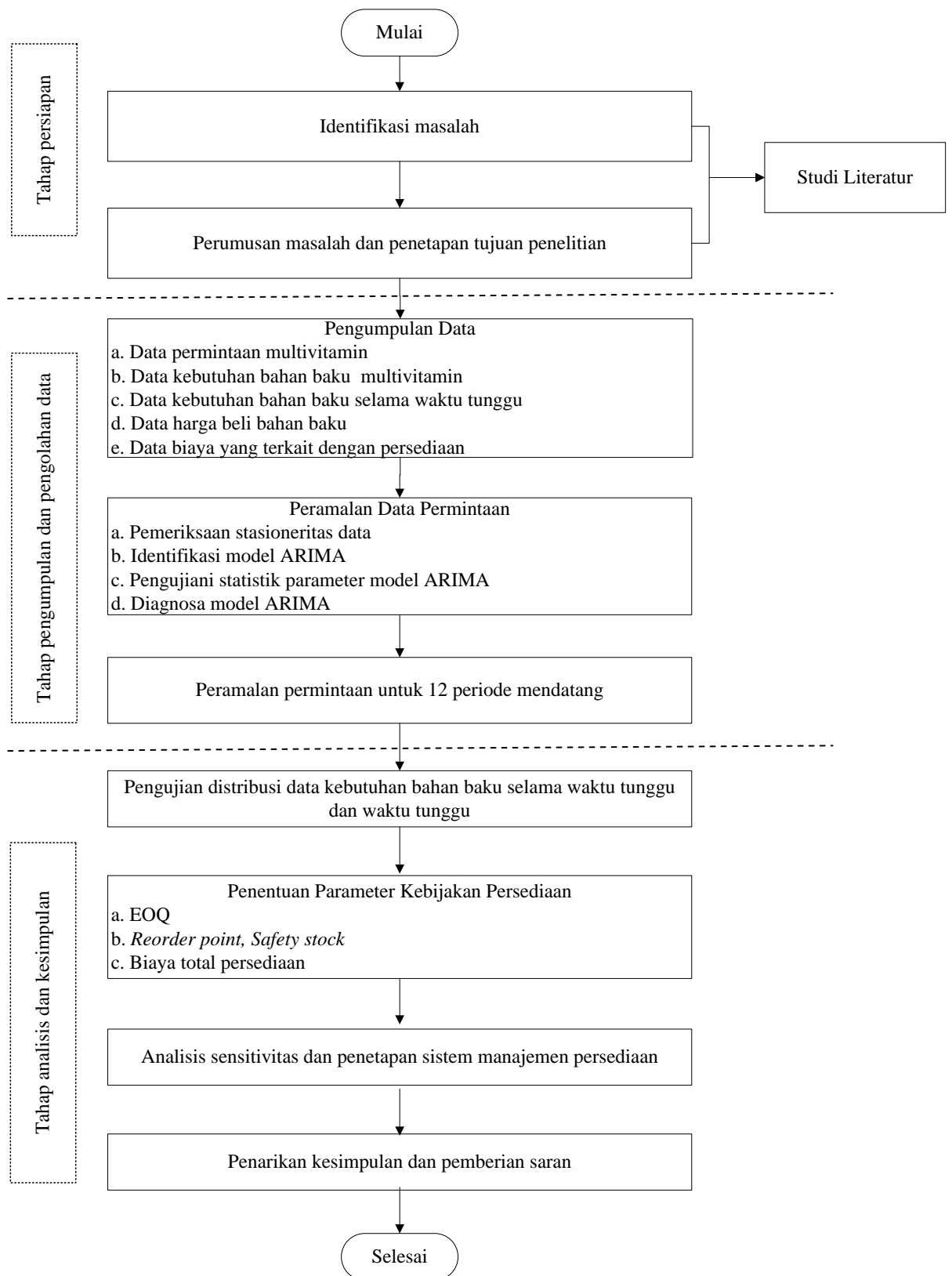
Pada bagian metodologi penelitian ini diuraikan langkah-langkah penelitian yang digunakan untuk memecahkan permasalahan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Pada dasarnya, metodologi penelitian yang digunakan terdiri dari 3 (tiga) tahap utama, yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data dan pengolahan data, serta tahap analisis dan kesimpulan. Secara skematis, metodologi penelitian ini ditunjukkan dalam diagram alir yang disajikan pada Gambar 3.1.

#### **3.1 Tahap Persiapan**

Tahap persiapan ini merupakan tahap pengumpulan informasi awal untuk mengidentifikasi, merumuskan, dan menentukan tujuan dari permasalahan yang dihadapi dengan mempertimbangkan kondisi di lapangan PT. X dan pengetahuan berdasarkan literatur yang ada.

Sebagai langkah awal dalam penelitian ini, masalah yang ingin diselesaikan harus diidentifikasi secara jelas untuk menghindari kerancuan yang dapat timbul. Permasalahan yang dihadapi, yaitu menentukan jumlah persediaan bahan baku yang optimal dengan biaya persediaan yang minimum melalui perencanaan pembelian bahan baku berdasarkan permintaan untuk produk multivitamin pada PT. X dengan mempertimbangkan klasifikasi bahan baku.

Studi literatur juga dilakukan untuk memperoleh dan lebih memahami teori-teori yang berhubungan dengan pemecahan masalah. Konsep yang harus dipahami dalam penelitian ini antara lain adalah klasifikasi bahan baku produk multivitamin dengan metode ABC, metode peramalan untuk menentukan jumlah permintaan produk multivitamin pada tahun berikutnya, serta menggunakan model persediaan untuk memperoleh biaya persediaan yang minimum, yaitu metode *economic order quantity* (EOQ).



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### **3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Tahap pengumpulan dan pengolahan data ini dilakukan untuk memperoleh bahan penelitian sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

#### **3.2.1 Pengumpulan Data**

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh dari dokumen perusahaan, maupun dari hasil wawancara dengan karyawan perusahaan. Pengumpulan data dilakukan di PT. X sesuai dengan batasan yang telah ditetapkan dan meliputi data-data:

1. Data permintaan produk multivitamin lokal dari bulan Januari 2012 sampai dengan Desember 2015.
2. Data bahan baku dari produk multivitamin.
3. Data kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu.
4. Data harga beli bahan baku.
5. Data mengenai biaya yang terkait dengan perhitungan pengendalian persediaan.

#### **3.2.2 Pengolahan Data Permintaan**

Pada tahap ini dilakukan peramalan kebutuhan bahan baku untuk beberapa bahan baku produk multivitamin. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menentukan peramalan adalah:

1. Berdasarkan data permintaan di masa lalu dilakukan proses stasioneritas varians dan rata-rata. Proses stasioneritas varians dilakukan dengan transformasi Box-Cox, sedangkan proses stationeritas rata-rata dilakukan proses differensiasi sampai data menjadi stasioner.
2. Setelah data stasioner, selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien autokorelasi dan autokorelasi parsialnya untuk mengidentifikasi model ARIMA.
3. Melakukan uji statistik parameter model ARIMA untuk melihat signifikansi parameter dari model ARIMA yang telah diidentifikasi. Bila ada lebih dari satu model yang signifikan, pemilihan model dilakukan dengan memilih nilai *mean square error* (MSE) yang paling kecil dari model.

4. Melakukan diagnosa terhadap model ARIMA yang signifikan dengan uji independensi dan kenormalan residualnya. Uji independensi residual dilakukan dengan melihat grafik autokorelasi dan grafik autokorelasi parsial dari residual model, sedangkan uji kenormalan dilakukan dengan tes *Kolmogorov-Smirnov*.
5. Setelah model peramalan yang sesuai diperoleh, berikutnya dilakukan peramalan kebutuhan bahan baku untuk 1 tahun (12 bulan) ke depan.

### **3.3 Tahap Analisis dan Kesimpulan**

Tahap ini merupakan tahapan terakhir dari serangkaian penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan pengujian distribusi data kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu dan waktu tunggu. Selain itu, pada tahap ini dilakukan perhitungan terkait dengan biaya persediaan total, sehingga dapat ditarik beberapa kesimpulan sesuai dengan tujuan awal dari penelitian.

#### **3.3.1 Pengujian Distribusi pada Data**

Pada model inventori probabilistik, kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu dan waktu tunggu merupakan variabel acak, sehingga perlu diketahui distribusi dari data kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu dan distribusi dari waktu tunggu. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung rata-rata kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu ( $\bar{M}$ ) dan rata-rata waktu tunggu ( $\bar{D}$ ).
2. Memeriksa distribusi yang berlaku untuk data kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu dan data waktu tunggu, apakah data berdistribusi normal atau tidak.
3. Bila data tidak berdistribusi normal, maka dilakukan penambahan data supaya data menjadi berdistribusi normal.

#### **3.3.2 Penentuan Parameter Kebijakan Persediaan**

Perencanaan sistem persediaan bahan baku dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Perhitungan jumlah pesanan optimal ( $Q_{opt}$ ) dengan menggunakan metode iterasi dan langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan proses iterasi pertama yaitu mencari nilai  $Q_1$  menggunakan model deterministik, kemudian menentukan titik pemesanan kembali ( $B_1$ ) dan  $E(M > B_1)$
  - b. Melakukan proses iterasi kedua yaitu mencari nilai  $Q_2$  menggunakan model probabilistik, serta  $B_2$  yang kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai  $E(M > B_2)$ .
  - c. Proses iterasi selanjutnya dilakukan dengan model probabilistik sebagaimana halnya pada iterasi kedua sampai diperoleh nilai  $E(M > B_i)$  yang sama dengan  $E(M > B_{i-1})$ . Dengan kata lain, proses iterasi berhenti karena keadaan optimum telah tercapai.
2. Perhitungan besarnya persediaan pengaman, yaitu persediaan tambahan yang harus diadakan untuk menjaga adanya kemungkinan terjadinya kekurangan bahan baku sebagai akibat adanya perbedaan pemakaian bahan baku selama waktu tunggu.
  3. Perhitungan biaya persediaan total berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan model peramalan yang telah ditentukan sebelumnya.

### 3.3.3 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan proses analisis hasil sebelumnya dapat diambil kesimpulan berupa jumlah pesanan bahan baku yang optimal, waktu pemesanan bahan baku kembali, jumlah persediaan pengaman bahan baku yang optimal sehingga menghasilkan biaya persediaan bahan baku yang minimum. Kesimpulan ini diharapkan dapat membantu PT. X dalam merencanakan bahan baku dengan keterbatasan yang ada, namun masih dapat memenuhi permintaan konsumen tanpa merugikan perusahaan, sehingga masih dapat bersaing di pasar. Selain itu, dari hasil analisis yang diperoleh dapat diberikan saran untuk melengkapi penelitian yang telah dilakukan, sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian selanjutnya.



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DATA DAN PERAMALAN**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Data yang diperoleh berupa data permintaan, data pemakaian bahan baku, data biaya persediaan bahan baku, data kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu, dan data waktu tunggu pemesanan bahan baku.

##### **4.1.1 Data Permintaan**

Data ini menggambarkan permintaan jumlah produk multivitamin lokal selama periode bulan Januari 2012 sampai dengan bulan Desember 2015. Periode waktu yang digunakan adalah bulanan. Data selengkapnya dapat dilihat di Lampiran A pada Tabel A.1.

##### **4.1.2 Data Biaya Persediaan**

Data biaya persediaan terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan biaya kekurangan bahan baku.

###### **4.1.2.1 Biaya Pembelian (*Purchase Cost*)**

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk setiap satu kilogram bahan baku (harga bahan baku per kg). Biaya pembelian setiap bahan baku dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Biaya pembelian bahan baku

Bahan baku	Rp/kg
OMP	Rp 899.062,00
AAC	Rp 47.200,00
RBV	Rp 1.327.200,00
PVF	Rp 232.852,00
AFO	Rp 5.200.000,00
PRN	Rp 865.000,00
THN	Rp 637.500,00
CLM	Rp 266.700,00
NCN	Rp 94.500,00
OOY	Rp 841.000,00

#### 4.1.2.2 Biaya Pemesanan (*Order Cost*)

Biaya pemesanan adalah biaya yang timbul pada saat perusahaan membeli barang dari pemasok. Biaya pemesanan meliputi biaya telepon, biaya internet, biaya administrasi, dan biaya tenaga kerja.

Komunikasi dilakukan dengan telepon, rata-rata sekali pesan memerlukan hubungan telepon dua kali. Tarif telepon mengikuti tarif Telkom zona SLJJ (30-200 km) sebesar Rp.5000,-/menit. Lama percakapan sekali telepon +/- 10 menit, maka biaya telepon menjadi  $2 \times 3 \times \text{Rp } 5000,00/\text{menit} = \text{Rp.30.000,-}$  sekali pesan.

Biaya administrasi yaitu biaya kertas, fotokopi, email dan lain-lain selama proses pemesanan dilakukan. Karena besarnya sulit ditentukan, maka diasumsikan biaya administrasi sebesar Rp.5000,- sekali pesan. Biaya tenaga kerja didasarkan pada gaji tenaga kerja Departemen pembelian. Biaya ini dapat dilihat melalui Tabel 4.2.

Biaya pemesanan total adalah penjumlahan antara biaya total tenaga kerja ditambah dengan biaya administrasi dan ditambah biaya komunikasi. Biaya pemesanan total =  $\text{Rp.30.000,-} + \text{Rp.5000,-} + \text{Rp } 36.250,- = \text{Rp } 71.250,-$  setiap kali melakukan pemesanan.

Tabel 4.2 Biaya tenaga karyawan Departemen pembelian

Posisi	Jumlah karyawan	Gaji/bulan	Total gaji
Officer	1	Rp7.500.000,00	Rp 7.500.000,00
Admin pembelian	2	Rp3.500.000,00	Rp 7.000.000,00
Total biaya tenaga kerja tiap 25 hari			Rp 14.500.000,00
Total biaya tenaga kerja perhari (8 jam kerja)			Rp 580.000,00
Total biaya tenaga kerja tiap jam			Rp 72.500,00
Total biaya tenaga kerja tiap 30 menit			Rp 36.250,00

#### 4.1.2.3 Biaya Penyimpanan (*Holding Cost*)

Biaya penyimpanan adalah biaya yang dikeluarkan sebagai akibat adanya persediaan dalam gudang. Biaya ini terdiri dari biaya tenaga kerja di gudang. Pada Tabel 4.3 menunjukkan biaya penyimpanan pertahun setiap kilogram bahan baku sebesar = Rp. 153.170,67.

Tabel 4.3 Biaya tenaga karyawan Departemen gudang bahan baku

Posisi	Jumlah karyawan	Gaji/bulan	Total gaji karyawan
Kepala Bagian	1	Rp 12.000.000,00	Rp 12.000.000,00
Staf	4	Rp 4.500.000,00	Rp 18.000.000,00
Operator	18	Rp 3.500.000,00	Rp 63.000.000,00
Total biaya tenaga kerja			Rp 93.000.000,00
Rata-rata kebutuhan bahan baku tiap bulan (kg)			Rp 7.285,99
Total biaya tenaga kerja perbulan tiap kg bahan			Rp 12.764,22
Total biaya tenaga kerja pertahun tiap kg bahan			Rp 153.170,67

#### 4.1.2.4 Biaya Kekurangan Bahan Baku (*Stockout cost*)

Biaya kekurangan bahan adalah biaya kerugian yang timbul karena tidak adanya persediaan bahan baku dalam gudang. Apabila tidak ada satu unit bahan baku yang tersedia saat dibutuhkan oleh perusahaan, maka perusahaan akan kehilangan keuntungan sebesar satu unit tersebut. Tabel 4.4 menunjukkan kehilangan keuntungan produk multivitamin akibat tidak adanya persediaan bahan baku (per kg) yang selanjutnya disebut biaya kekurangan bahan baku.

Tabel 4.4 Biaya kekurangan masing-masing bahan baku

Bahan baku	Biaya kekurangan bahan baku/kg
OMP	Rp. 770.624,66
AAC	Rp. 40.457,13
RBV	Rp. 1.137.599,58
PVF	Rp. 199.588,45
AFO	Rp. 4.456.984,91
PRN	Rp. 741.436,12
THN	Rp. 546.432,66
CLM	Rp. 228.600,46
NCN	Rp. 80.999,96
OOY	Rp. 720.858,32

#### 4.1.3 Data Kebutuhan Bahan Baku Selama Waktu Tunggu

Data kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu yang dikumpulkan terdiri dari 10 bahan baku yang terdapat pada produk multivitamin. Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran D.

## 4.2 Proses Stasioneritas Data

Pada Bab 4 ini dilakukan peramalan untuk produk multivitamin lokal dengan menggunakan program *Minitab 16* dan *SAS*. Sebelum dilakukan proses peramalan, perlu dilakukan proses stasioneritas data *time series*. Data yang stasioner adalah data yang rata-rata dan variansinya konstan dari waktu ke waktu.

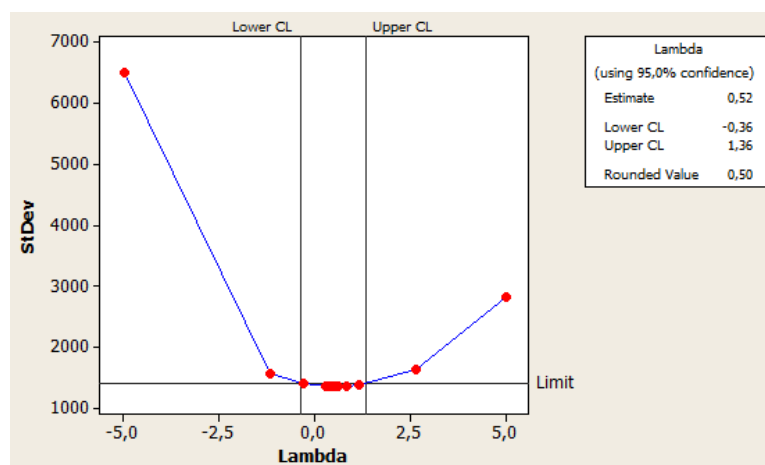
### 4.2.1 Proses Stasioneritas Data dalam Variansi

Proses stationeritas data dalam variansi dilakukan dengan melihat nilai  $\lambda$  nya pada grafik Box-Cox. Transformasi dilakukan jika belum diperoleh nilai  $\lambda = 1$ , nilai ini berarti data telah stasioner dalam variansi. Nilai  $\lambda$  beserta formula transformasinya ditunjukkan pada Tabel 4.5.

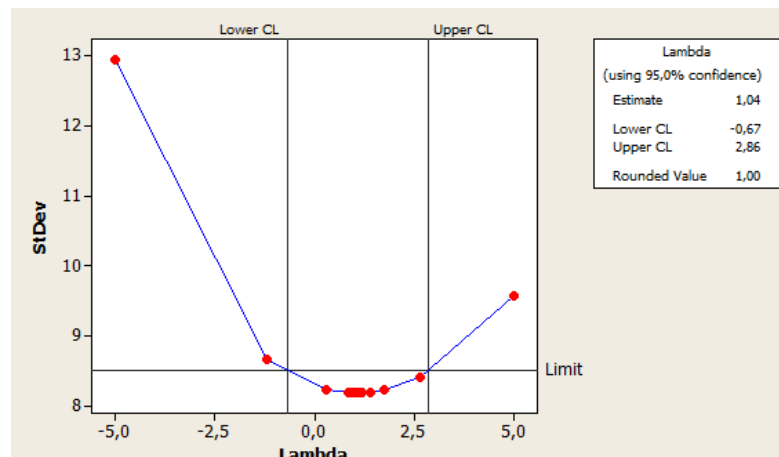
Tabel 4.5 Nilai  $\lambda$  dan transformasinya

$\lambda$	Transformasi
-1	$1/Z_t$
-0,5	$1/\sqrt{Z_t}$
0	$\text{Ln } Z_t$
0,5	$\sqrt{Z_t}$
1	$Z_t$

Grafik Box-Cox untuk data permintaan multivitamin lokal dapat dilihat pada Gambar 4.1. Pada Gambar 4.1 Nilai  $\lambda$  terletak di sekitar 0,5 maka perlu dilakukan proses transformasi mengikuti cara pada Tabel 4.5. Hasil transformasi Box-Cox dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Grafik Box-Cox untuk multivitamin lokal



Gambar 4.2 Grafik Box-Cox untuk multivitamin lokal setelah proses transformasi

Pada Gambar 4.2 terlihat bahwa nilai  $\lambda$  berada di sekitar 1, sehingga proses stationeritas data dalam variansi telah selesai. Data hasil transformasi Box-Cox permintaan multivitamin lokal dapat dilihat pada Tabel 4.6.

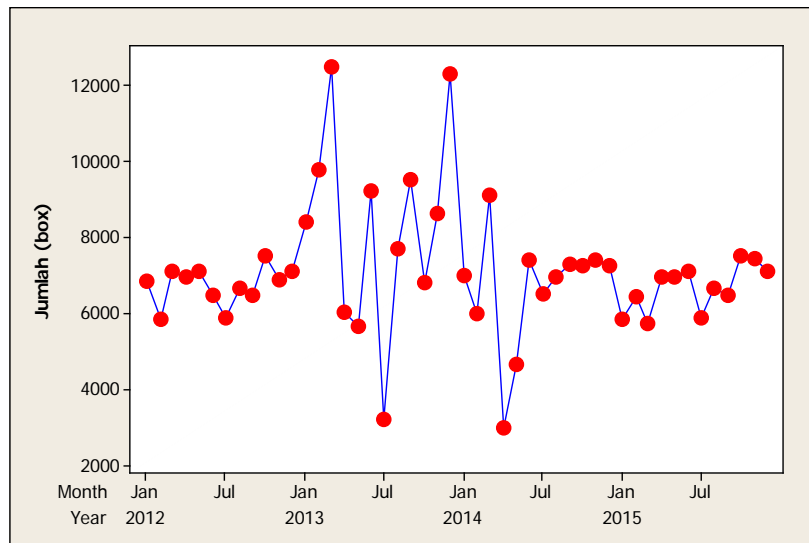
Tabel 4.6 Hasil transformasi Box-Cox untuk multivitamin lokal

Periode	Transformasi	Periode	Transformasi	Periode	Transformasi
1	82,90958931	17	75,25290692	33	85,56868586
2	76,498366	18	96,08850087	34	85,15867542
3	84,29116205	19	56,62155067	35	86,01744009
4	83,58229478	20	87,869221	36	85,15867542
5	84,33267457	21	97,67804257	37	76,45259969
6	80,55432949	22	82,52878286	38	80,20598481
7	76,68115805	23	92,9408414	39	75,90125164
8	81,71903083	24	110,9324119	40	83,58229478
9	80,55432949	25	83,66600265	41	83,58229478
10	86,82741503	26	77,49838708	42	84,29116205
11	83,07827634	27	95,57719393	43	76,68115805
12	84,33267457	28	54,73572873	44	81,71903083
13	91,6515139	29	68,27884006	45	80,55432949
14	98,99494937	30	86,13942187	46	86,82741503
15	111,7497204	31	80,68457102	47	86,42337647
16	77,63375554	32	83,41462701	48	84,33267457

#### 4.2.2 Proses Stasioneritas Data dalam Rata-rata

Proses stasioneritas dalam rata-rata berarti rata-rata data homogen dan tidak ada pola tren naik atau turun. Bila data tidak stasioner dalam rata-rata, maka dilakukan differensiasi agar menghasilkan data yang stasioner. Grafik data

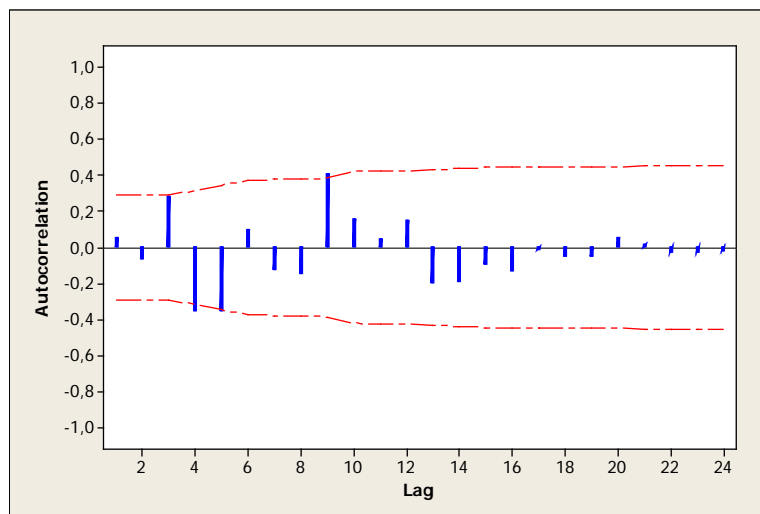
permintaan multivitamin lokal ditunjukkan pada Gambar 4.3. Grafik tersebut menunjukkan bahwa data permintaan sudah stasioner dalam rata-rata.



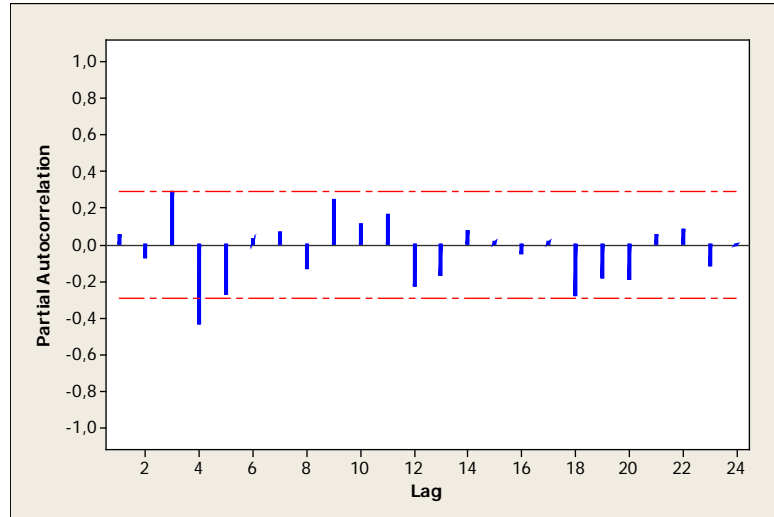
Gambar 4.3 Permintaan untuk multivitamin lokal

#### 4.3 Identifikasi Model ARIMA

Setelah dilakukan proses stasioneritas terhadap data, selanjutnya dilakukan proses identifikasi model ARIMA untuk setiap bahan baku. Proses identifikasi ini dilakukan dengan melihat grafik analisis autokorelasi (ACF) dan grafik analisis autokorelasi parsial (PACF). Berdasarkan eksplorasi data permintaan multivitamin lokal, dari keluaran program *Minitab 16* didapat grafik analisis autokorelasi (ACF) yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 dan grafik analisis autokorelasi parsial (PACF) yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Grafik ACF untuk multivitamin lokal



Gambar 4.5 Grafik PACF untuk multivitamin lokal

Grafik ACF tersebut digunakan untuk mengidentifikasi tingkat  $q$  (tingkat *moving average* tertinggi), sedangkan grafik PACF digunakan untuk mengidentifikasikan tingkat  $p$  (tingkat *autoregressive* tertinggi) pada model ARIMA ( $p,d,q$ ). Nilai  $d$  didapat dari tingkat perbedaan data *time series*. Pada Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa lag 3, 4, 5 dan 9 (ACF) dan pada Gambar 4.5 lag 3 dan 4 (PACF) tidak berada dalam batas signifikan, sehingga model ARIMA yang mungkin adalah ARIMA (1,0,0); ARIMA (4,0,0); ARIMA (1,0,3); ARIMA (3,0,0).

#### 4.4 Uji Statistik Parameter Model

Parameter model ARIMA yang dihasilkan oleh program *Minitab* 16 untuk multivitamin lokal dapat dilihat pada Lampiran C. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian pada parameter model ARIMA. Uji statistik parameter model dilakukan dengan cara menguji signifikansi dari 2 parameter untuk tiap model ARIMA, yaitu konstanta dan parameter AR ( $p$ ) atau MA ( $q$ ). Secara umum, signifikansi konstanta tidak perlu diuji, hanya parameter AR ( $p$ ) atau MA ( $q$ ) saja yang diuji. Hipotesa yang digunakan dalam uji statistik parameter adalah:

$$H_0 : \phi = 0$$

$$H_1 : \phi \neq 0$$

Dengan  $\phi$  adalah koefisien parameter AR ( $p$ ) atau MA ( $q$ )



Jika nilai  $p$  pada uji statistik lebih besar daripada nilai  $\alpha$ , maka  $H_0$  gagal ditolak. Hal ini berarti nilai parameter tidak cukup signifikan untuk dimasukkan ke model.

Parameter model ARIMA yang dihasilkan oleh program *Minitab* 16 untuk multivitamin lokal dilihat pada Lampiran C bahwa hanya model ARIMA (4,0,0) yang mempunyai parameter AR( $p$ ) dan MA( $q$ ) dengan nilai  $p$  lebih kecil dari 0,05. Hal ini berarti parameter-parameter tersebut cukup signifikan dimasukkan ke model. Apabila terdapat dua atau lebih model ARIMA dengan parameter-parameter didalamnya yang cukup signifikan (semua nilai  $p$  lebih kecil dari 0,05), maka penentuan model ARIMA yang terbaik dilakukan dengan menggunakan nilai MSE yang terkecil dari tiap model yang signifikan.

#### 4.5 Diagnosa Model

Diagnosa model dilakukan untuk mendeteksi adanya korelasi dan kenormalan antar residual. Pada model ARIMA (4,0,0) menunjukkan nilai MSE yang terkecil akan tetapi uji parameter autoregresif kesatu dan kedua tidak signifikan, sehingga perlu dieliminasi. Selanjutnya dengan menggunakan program SAS dilakukan identifikasi untuk model subset ARIMA dan diperoleh model yang sesuai adalah ([3,4],0,0). Persamaan untuk model ARIMA (4,0,0) dapat ditulis seperti pada persamaan 3.1 (program *Minitab* 16), sedangkan model ARIMA ([3,4],0,0) dapat ditulis seperti pada persamaan 3.2 (program SAS).

$$Y_t = \mu' + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \phi_3 Y_{t-3} + \phi_4 Y_{t-4} + e_t \quad (3.1)$$

$$Y_t = \mu' + \phi_3 Y_{t-3} + \phi_4 Y_{t-4} + e_t \quad (3.2)$$

Dengan:

$\mu'$  = suatu konstanta

$\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_p$  = parameter autoregresif ke- $p$

$e_t$  = nilai kesalahan pada saat  $t$

Hasil uji parameter model ARIMA ([3,4],0,0) dapat dilihat di Lampiran C. Residual dari model ([3,4],0,0) untuk multivitamin lokal ditunjukkan pada Tabel 4.7.

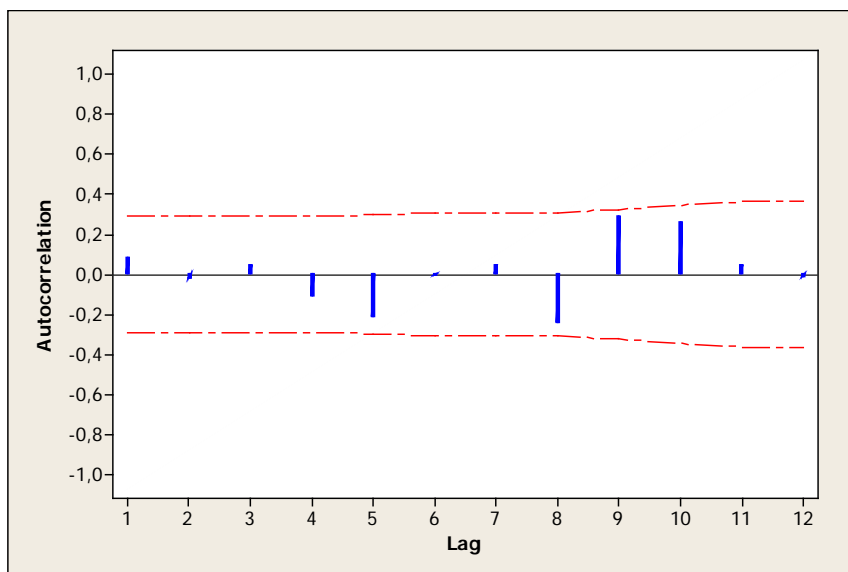
Tabel 4.7 Residual model ARIMA ([3,4],0,0) untuk multivitamin lokal

Periode	Residual	Periode	Residual	Periode	Residual
1	-0,819	17	-10,249	33	-4,686
2	-7,351	18	9,376	34	3,276
3	-0,605	19	-14,737	35	1,247
4	0,224	20	4,490	36	0,742
5	2,541	21	6,945	37	-7,031
6	-6,054	22	11,832	38	-3,698
7	-6,792	23	-2,210	39	-7,416
8	-2,252	24	24,424	40	2,645
9	-1,964	25	5,526	41	-1,775
10	4,097	26	-9,538	42	1,673
11	-2,663	27	6,854	43	-9,930
12	0,837	28	-18,800	44	-2,019
13	5,775	29	-13,540	45	-3,404
14	16,627	30	-3,596	46	5,495
15	27,590	31	10,382	47	0,682
16	-8,327	32	-6,364	48	0,837

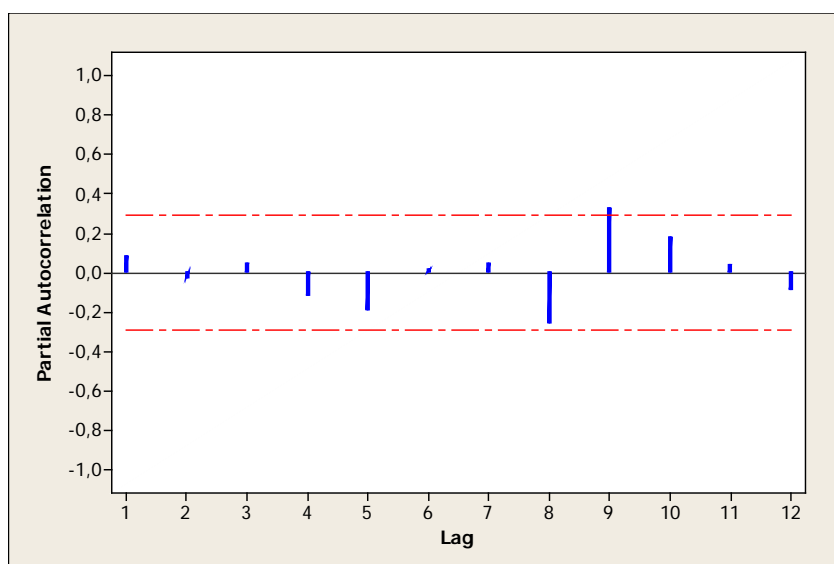
Dalam data deret waktu ada asumsi bahwa residual mengikuti proses *white noise*, yang berarti residual harus independen (tidak berkorelasi) dan berdistribusi normal dengan rata-rata mendekati nol ( $\mu = 0$ ), dan dengan deviasi standar tertentu. Untuk mendeteksi adanya *white noise* maka perlu dilakukan diagnosa model. Diagnosa model dilakukan dengan cara sebagai berikut:

a. Uji independensi residual

Pengujian dilakukan untuk mendeteksi independensi residual antar lag. Uji independensi residual dilakukan dengan melihat grafik ACF dan grafik PACF dari residual tersebut. Grafik ACF dan PACF residual untuk model ARIMA ([3,4],0,0) ditunjukkan pada Gambar 4.6 dan 4.7.



Gambar 4.6 Grafik ACF residual model ARIMA ([3,4],0,0) untuk multivitamin lokal



Gambar 4.7 Grafik PACF residual model ARIMA ([3,4],0,0) untuk multivitamin lokal

Berdasarkan Grafik ACF residual pada Gambar 4.6 dan Grafik PACF residual pada gambar 4.7, dapat dilihat bahwa pada grafik ACF tidak ada lag yang keluar dan hasil uji independensi residual pada program *SAS* menunjukkan residual bersifat independen.

b. Uji distribusi normal dari residual

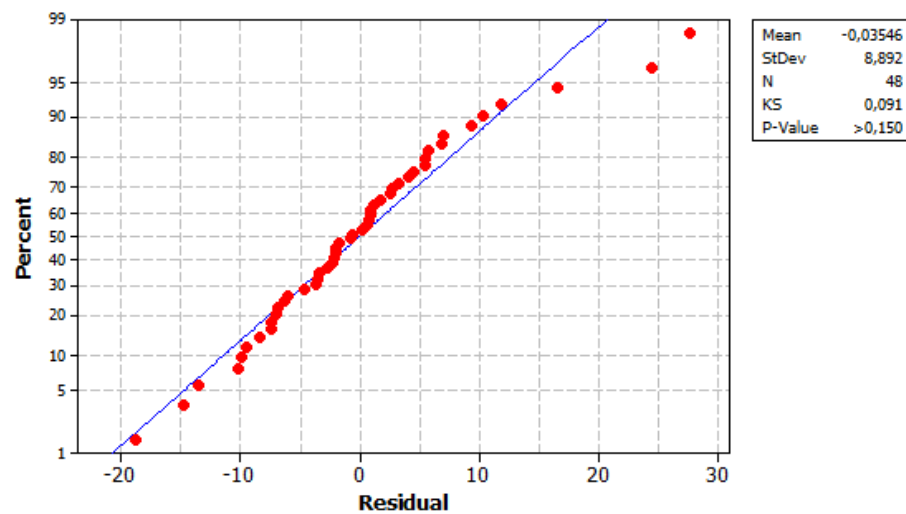
Pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi kenormalan residual pada model ARIMA yang diterima. Pengujian kenormalan residual dilakukan dengan

melihat plot distribusi normal melalui uji Kolmogorov-Smirnov. Hipotesis yang digunakan dalam uji Kolmogorov-Smirnov adalah:

$H_0$  : Residual berdistribusi normal

$H_1$  : Residual tidak berdistribusi normal

Jika nilai p lebih besar dari nilai  $\alpha$ , maka  $H_0$  gagal ditolak. Hal ini berarti residual model berdistribusi normal. Gambar plot distribusi normal residual model ARIMA ([3,4],0,0) untuk multivitamin lokal keluaran dari program *Minitab 16* ditunjukkan pada Gambar 4.8 sebagai berikut:



Gambar 4.8. Plot distribusi residual model ARIMA ([3,4],0,0) untuk multivitamin lokal

Dari plot distribusi normal residual pada Gambar 4.8, diperoleh nilai p lebih besar dari nilai  $\alpha$ , maka  $H_0$  gagal ditolak. Hal ini berarti residual pada model ARIMA ([3,4],0,0) telah mengikuti distribusi normal, sehingga model dapat digunakan.

Hasil dari uji independensi dan kenormalan dari residual yang telah dilakukan, menyimpulkan bahwa ARIMA ([3,4],0,0) pada multivitamin lokal adalah signifikan dan residualnya telah mengikuti proses *white noise*, sehingga model dapat digunakan untuk melakukan peramalan.

#### 4.6 Peramalan

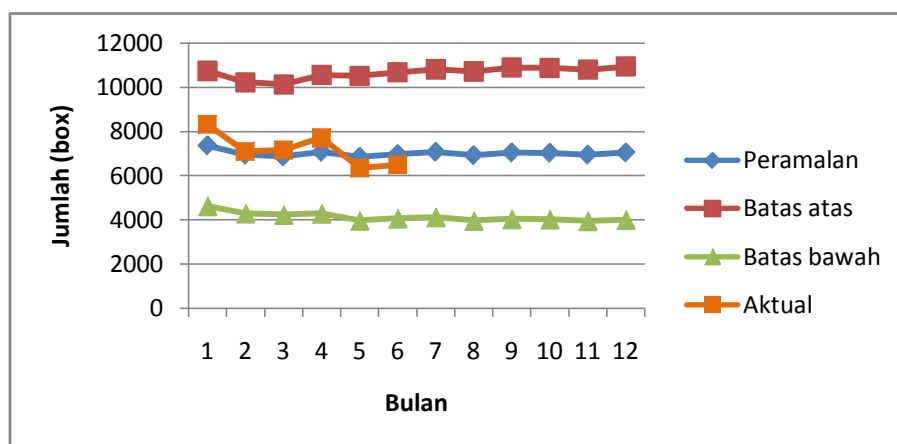
Dengan bantuan perangkat lunak *Minitab 16* dan *SAS* diperoleh hasil peramalan multivitamin lokal untuk 12 periode mendatang dan ditunjukkan pada

Tabel 4.8. Langkah selanjutnya adalah melakukan proses re-transformasi Box-Cox untuk mendapatkan peramalan multivitamin lokal yang sebenarnya.

Tabel 4.8 Hasil peramalan dan setelah dilakukan proses re-transformasi Box-Cox untuk multivitamin lokal

Bulan	Ft			Permintaan multivitamin lokal (box)		
	<i>Forecast</i>	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper limit</i>	Ramalan	Batas bawah	Batas atas
1	85,8774	68,1002	103,6546	7.375	4.638	10.744
2	83,4061	65,6288	101,1833	6.957	4.307	10.238
3	82,9088	65,1315	100,686	6.874	4.242	10.138
4	84,1695	65,5565	102,7826	7.085	4.298	10.564
5	82,8253	63,0605	102,5901	6.860	3.977	10.525
6	83,5952	63,8304	103,36	6.988	4.074	10.683
7	84,1723	64,3336	104,011	7.085	4.139	10.818
8	83,2838	63,0208	103,5468	6.936	3.972	10.722
9	84,0254	63,6104	104,4404	7.060	4.046	10.908
10	83,9165	63,4946	104,3384	7.042	4.032	10.887
11	83,425	62,9131	103,9369	6.960	3.958	10.803
12	83,9874	63,3453	104,6294	7.054	4.013	10.947
Total Permintaan (R)				84.275	49.694	127.977

Dari hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan bantuan program *Minitab 16*, selanjutnya dibuat plot data untuk validasi hasil peramalan dengan kondisi aktual yang terjadi di perusahaan. Karena keterbatasan data, maka perbandingan hasil peramalan dengan kondisi aktual hanya dilakukan sampai dengan bulan Juni 2016. Plot perbandingan antara hasil peramalan dengan kondisi aktual ditunjukkan pada gambar 4.9 sebagai berikut:



Gambar 4.9 Grafik perbandingan antara hasil peramalan dengan permintaan aktual multivitamin lokal

Pada Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa kebutuhan aktual multivitamin lokal berada diantara batas atas dan batas bawah dari hasil peramalan. Oleh karena itu, hasil peramalan dengan model ARIMA dapat digunakan untuk menentukan sistem persediaan di PT. X. Kebutuhan sepuluh bahan baku dari hasil peramalan untuk 12 bulan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Kebutuhan bahan baku untuk satu tahun

Bahan Baku	Kebutuhan bahan baku (kg)		
	Ramalan	Batas bawah	Batas atas
OMP	290,40	172	435,60
AAC	4532	2678	6798
RBV	60,72	35,88	91,08
PVF	316,80	187	475,20
AFO	9,86	5,82	14,78
PRN	55	32,50	82,50
THN	60,72	35,88	91,08
CLM	132	78	198
NCN	264	156	396
OOY	29,04	17,16	43,56

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## BAB 5

### SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU

#### 5.1 Perencanaan Sistem Persediaan Bahan Baku

Pada bab 5 ini, proses pengumpulan data, proses perhitungan data hingga sistem persediaan akan menyertakan satu contoh bahan baku dari multivitamin yaitu OMP.

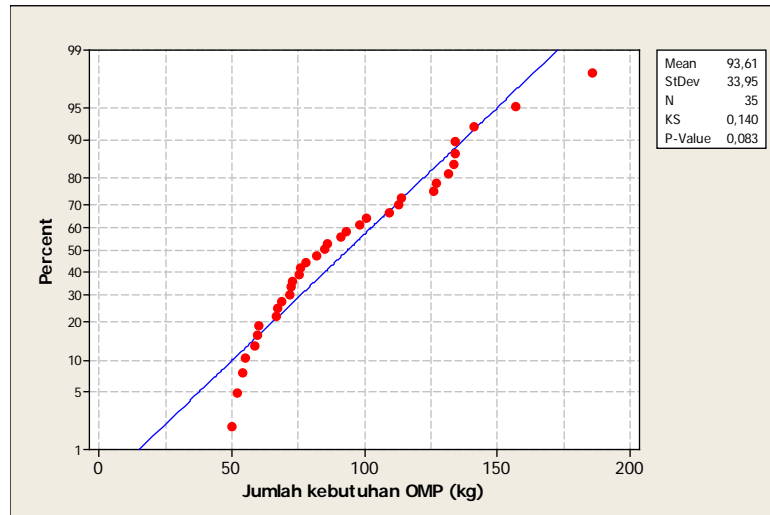
##### 5.1.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku Selama Waktu Tunggu

Analisis kebutuhan bahan baku dapat dilakukan apabila data waktu tunggu dan data kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu sudah diuji terlebih dahulu dengan uji Kolmogorov-Smirnov untuk mengetahui kenormalan data. Data kebutuhan bahan baku OMP selama waktu tunggu ditunjukkan pada Tabel 5.1.

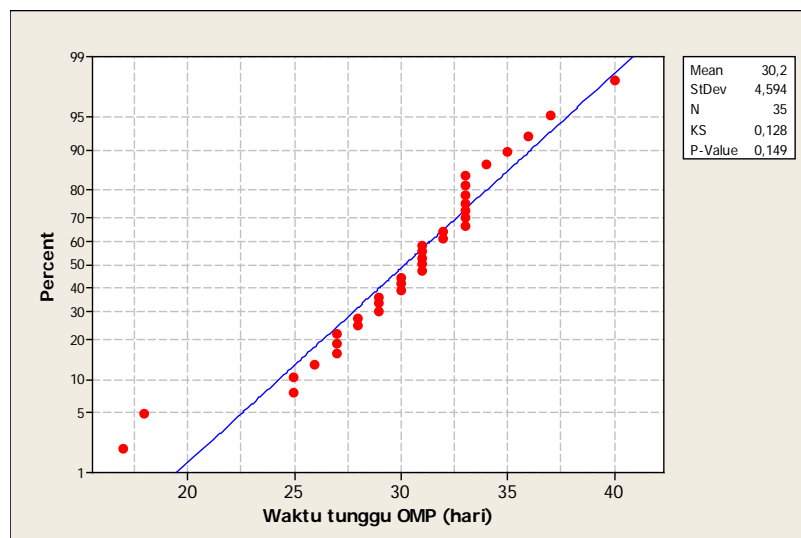
Tabel 5.1 Kebutuhan bahan baku OMP selama waktu tunggu

Data	Waktu tunggu (hari)	Kebutuhan bahan baku (kg)	Kebutuhan bahan baku perhari (kg/hari)	Data	Waktu tunggu (hari)	Kebutuhan bahan baku (kg)	Kebutuhan bahan baku perhari (kg/hari)
1	29	109,3677	3,7713	19	29	59,8647	2,0643
2	33	156,9249	4,7553	20	32	141,008	4,4065
3	25	133,605	5,3442	21	30	112,809	3,7603
4	30	81,765	2,7255	22	28	71,75	2,5625
5	31	75,3486	2,4306	23	17	55,0647	3,2391
6	18	72,171	4,0095	24	31	134,013	4,323
7	31	68,5317	2,2107	25	37	113,5678	3,0694
8	34	66,9698	1,9697	26	40	72,508	1,8127
9	36	91,1268	2,5313	27	31	126,0894	4,0674
10	27	127,0836	4,7068	28	26	51,8544	1,9944
11	30	75,915	2,5305	29	25	92,86	3,7144
12	32	98,224	3,0695	30	27	50,031	1,853
13	33	85,6185	2,5945	31	33	100,7325	3,0525
14	33	59,2218	1,7946	32	28	58,6432	2,0944
15	33	134,0625	4,0625	33	27	84,888	3,144
16	31	77,4938	2,4998	34	29	53,737	1,853
17	33	66,6039	2,0183	35	35	131,3375	3,7525
18	33	185,6448	5,6256	Total	1057		109,4136





Gambar 5.1 Plot distribusi kebutuhan selama waktu tunggu untuk bahan baku OMP



Gambar 5.2 Plot distribusi waktu tunggu untuk bahan baku OMP

Karena nilai  $p$  lebih besar dari nilai  $\alpha$ , maka dapat dikatakan bahwa data berdistribusi normal. Setelah diketahui bahwa data berdistribusi normal, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui kebutuhan rata-rata bahan baku selama waktu tunggu dan deviasi standarnya. Dari Tabel 5.1 didapat:

Permintaan total selama waktu tunggu = 109,414 kg/hari

Waktu tunggu total pemesanan = 1057 hari

Maka dapat dihitung:

$$\text{Kebutuhan rata-rata selama waktu tunggu } (\bar{D}) = \frac{109,414 \text{ kg/hari}}{35}$$

$$= 3,126 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Waktu tunggu rata-rata pemesanan } (\bar{L}) = \frac{1057 \text{ hari}}{35}$$

$$= 30,2 \text{ hari}$$

$$\text{Kebutuhan rata-rata bahan baku selama waktu tunggu } (\bar{M}) = (\bar{D}) \times (\bar{L})$$

$$= 94,405 \text{ kg}$$

Dari perhitungan deviasi standar didapat:

$$\text{Deviasi standar kebutuhan selama waktu tunggu } (\sigma_D) = 33,95$$

$$\text{Deviasi standar waktu tunggu } (\sigma_L) = 4,594$$

$$\begin{aligned} \text{Deviasi standar kebutuhan rata-rata selama waktu tunggu } (\sigma) &= \sqrt{\bar{L} \sigma_D^2 + \bar{D}^2 \sigma_L^2} \\ &= 186,747 \end{aligned}$$

Untuk data kebutuhan bahan baku lain selama waktu tunggu dapat dilihat pada Tabel D.1 sampai dengan Tabel D.10, dan plot distribusi normalnya dapat dilihat pada Gambar D.1 sampai dengan Gambar D.10 di Lampiran D.

### 5.1.2 Perencanaan Parameter Sistem Persediaan Bahan Baku

Sesuai hasil peramalan pada lampiran G dan nilai biaya persediaan dari Lampiran B, didapat:

$$\text{Kebutuhan bahan baku OMP selama 12 bulan (R)} = 290,40 \text{ kg}$$

$$\text{Biaya pembelian per kg (P)} = \text{Rp } 899.062,00 / \text{kg}$$

$$\text{Biaya pemesanan (C)} = \text{Rp } 71.250,00 \text{ per pesan}$$

$$\text{Biaya penyimpanan (H)} = \text{Rp } 153.170,67/\text{kg}$$

$$\text{Biaya kekurangan bahan baku (A)} = \text{Rp } 770.624,00/\text{kg}$$

Penentuan Q dan B dilakukan menggunakan metode iterasi dengan bantuan perangkat lunak *Excel 2013* sehingga didapat:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pemesanan optimal (Q)} &= \sqrt{\frac{2R [C + A.E (M > B)]}{H}} \\ &= 48,757 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peluang kekurangan persediaan, } P(M > B) &= \frac{HQ}{AR} \\ &= 0,033371 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(M < B) &= 0,966629 \\
\text{Dari tabel distribusi normal standar, } z &= 1,833402 \\
\frac{B - \bar{M}}{\sigma} &= 1,833402 \\
f(z) &= 0,033371 \\
1 - F(z) = P(M > B) &= 0,0966629 \\
\text{Jumlah pemesanan kembali (B)} &= \bar{M} + Z_{\alpha} \cdot \sigma \\
&= 436,791 \text{ kg} \\
\text{Ekspektasi kekurangan persediaan, } E(M > B) &= \sigma \cdot f\left[\frac{B - \bar{M}}{\sigma}\right] + (M - B) \left(1 - F\left[\frac{B - \bar{M}}{\sigma}\right]\right) \\
&= 0,721091 \\
\text{Persediaan pengaman (SS)} &= B - \bar{M} \\
&= 342,383 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Perhitungan ini juga dilakukan pada hasil peramalan kebutuhan bahan baku OMP untuk batas atas dan batas bawah. Hasil dari perhitungan EOQ, ROP dan SS untuk bahan baku yang lain dapat dilihat melalui Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil dari perhitungan EOQ, ROP dan SS

Bahan baku	EOQ (kg)	ROP (kg)	SS (kg)
OMP	48,757	436,791	342,383
AAC	168,838	516,468	253,434
RBV	13,073	30,576	22,092
PVF	29,546	51,101	32,678
AFO	3,476	2,337	1,758
PRN	9,211	9,271	6,103
THN	13,690	26,852	18,215
CLM	16,264	18,750	11,098
NCN	26,942	30,977	14,094
OOY	14,169	37,513	28,379

### 5.1.3 Analisis Biaya-biaya Persediaan

Perhitungan biaya-biaya pada sistem persediaan bahan baku OMP dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.13 sampai dengan 2.16, yaitu:

$$\begin{aligned}
\text{Biaya pemesanan (OC)} &= \frac{R.C}{Q} \\
&= \text{Rp } 424.368,28 \text{ per tahun} \\
\text{Biaya penyimpanan (HC)} &= H \left[ \frac{Q}{2} + (B - \bar{M}) \right] \\
&= \text{Rp } 56.177.106,89 \text{ per tahun} \\
\text{Biaya pembelian (PC)} &= R . P \\
&= \text{Rp } 261.087.604,80 \text{ per tahun} \\
\text{Biaya kekurangan bahan baku (SC)} &= \frac{AR}{Q} E(M > B) \\
&= \text{Rp } 3.309.716,61 \\
\text{Biaya total (TC)} &= OC + HC + PC + SC \\
&= \text{Rp } 320.998.796,58 \text{ per tahun}
\end{aligned}$$

Biaya persediaan total untuk setiap bahan baku selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran E.

## 5.2 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas digunakan untuk menentukan bagaimana pengaruh kesalahan estimasi total kebutuhan (R), biaya pemesanan (C), dan biaya penyimpanan (H) terhadap jumlah pesanan optimal (Q). Analisis ini dihitung dengan asumsi, bahwa kesalahan estimasi yang terjadi biasanya maksimum 10%. Maka berdasarkan persamaan 2.20, akan terjadi 2 kondisi ekstrim, yaitu:

- Bila C dan R masing-masing memiliki nilai kesalahan estimasi + 10% dari kondisi aktual, sedangkan H memiliki kesalahan estimasi – 10% dari kondisi aktual, maka kesalahan estimasinya adalah:

$$\frac{Q}{Q^*} = \sqrt{\frac{1,1 \times 1,1}{0,9}} = 1,1595$$

- Bila C dan R masing-masing memiliki nilai kesalahan estimasi – 10% dari kondisi aktual, sedangkan H memiliki nilai kesalahan estimasi + 10% dari kondisi aktual, maka kesalahan estimasinya adalah:

$$\frac{Q}{Q^*} = \sqrt{\frac{0,9 \times 0,9}{1,1}} = 0,8581$$

Dari hasil perhitungan, jika terjadi kesalahan estimasi pada parameter R, C, dan H sebesar 10%, maka kondisi ekstrim akan mengakibatkan kekurangan estimasi pada  $Q^*$  sebesar 15,95% dan kelebihan estimasi pada  $Q^*$  sebesar 14,19%. Hasil pengaruh kesalahan estimasi parameter R, C, dan H terhadap  $Q^*$  pada kondisi ekstrim dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini:

Tabel 5.3 Pengaruh kesalahan estimasi R, C dan H terhadap  $Q^*$  untuk bahan baku OMP

Jumlah pesanan optimal (kg)	Nilai akhir jumlah pesanan (kg)	
	Minimum EOQ	Maksimum EOQ
48,575	41,839	56,534

Pengaruh kesalahan estimasi R, C dan H terhadap  $Q^*$  untuk tipe bahan baku yang lain dapat dilihat pada Tabel E.3 di Lampiran E. Analisis sensitivitas penting dilakukan karena asumsi yang digunakan pada model EOQ dalam penulisan tesis ini diambil pada saat kebijakan tersebut masih berlaku, sehingga kemungkinan perubahan kebijakan yang akan diambil oleh perusahaan di masa mendatang tidak diperhitungkan. Jika suatu perubahan kecil dalam parameter menyebabkan perubahan drastis pada solusi, maka hal ini berarti solusi tersebut sangat sensitif terhadap nilai parameter tersebut. Sebaliknya, jika perubahan parameter tidak mempunyai pengaruh besar pada solusi maka hal ini berarti solusi tersebut tidak sensitif terhadap nilai parameter.

### 5.3 Pembahasan

Pada saat ini, kebijakan persediaan pengaman yang ditetapkan oleh Departemen PPIC adalah kebutuhan untuk satu bulan sampai 2 minggu ke depan, mengingat waktu tunggu pemesanan bahan baku ada yang 30 hari. Berdasarkan hasil peramalan kebutuhan bahan baku diperoleh persediaan pengaman yang ditunjukkan pada Tabel 5.4.

Departemen PPIC biasanya melakukan pemesanan kebutuhan bahan baku setiap bulan berdasarkan perhitungan untuk kebutuhan 2 minggu sampai satu bulan ke depan. Persediaan pengaman hasil kebijakan Departemen PPIC ditunjukkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Persediaan pengaman hasil kebijakan

Bahan baku	Persediaan pengaman hasil kebijakan (kg)
OMP	5,69
AAC	183,00
RBV	2,37
PVF	29,60
AFO	2,06
PRN	6,17
THN	4,23
CLM	24,29
NCN	15,03
OOY	0,76

Perhitungan biaya-biaya pada sistem persediaan bahan baku OMP hasil kebijakan dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.14 sampai dengan 2.18. Namun, pada kebijakan perusahaan saat ini tidak mempertimbangkan biaya kekurangan bahan. Biaya persediaan total untuk semua bahan baku ditunjukkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Biaya persediaan total berdasarkan kebijakan saat ini

Bahan baku	Biaya pemesanan	Biaya penyimpanan	Biaya pembelian	Biaya persediaan total
OMP	Rp 26.018.362,50	Rp 30.056,93	Rp 328.310.470,54	Rp 354.358.889,97
AAC	Rp 463.273.200,00	Rp 934,23	Rp 306.898.176,00	Rp 770.172.310,23
RBV	Rp 4.290.675,00	Rp 72.093,17	Rp 79.923.984,00	Rp 84.286.752,17
PVF	Rp 30.877.850,00	Rp 5.775,80	Rp 100.911.847,41	Rp 131.795.473,22
AFO	Rp 617.025,00	Rp 83.107,41	Rp 45.032.000,00	Rp 45.732.132,41
PRN	Rp 3.664.150,00	Rp 27.702,47	Rp 44.484.066,67	Rp 48.175.919,14
THN	Rp 5.965.050,00	Rp 40.430,63	Rp 53.371.500,00	Rp 59.376.980,63
CLM	Rp 12.967.500,00	Rp 7.039,69	Rp 48.539.400,00	Rp 61.513.939,69
NCN	Rp 25.935.000,00	Rp 11.375,92	Rp 34.398.000,00	Rp 60.344.375,92
OOY	Rp 2.852.850,00	Rp 224.783,37	Rp 33.673.640,00	Rp 36.751.273,37

Dari pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh perbandingan biaya persediaan total sebelum dan sesudah menggunakan EOQ seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Perbandingan biaya total kebijakan saat ini dengan biaya total setelah menggunakan EOQ

Bahan baku	Biaya total kebijakan saat ini	Biaya total setelah EOQ	Penurunan biaya (kenaikan biaya)
OMP	Rp 354.358.889,97	Rp 320.998.796,58	Rp 33.360.093,39
AAC	Rp 770.172.310,23	Rp 278.590.029,43	Rp 491.582.280,79
RBV	Rp 84.286.752,17	Rp 85.973.748,58	Rp (1.686.996,41)
PVF	Rp 131.795.473,22	Rp 83.298.381,11	Rp 48.497.092,11
AFO	Rp 45.732.132,41	Rp 52.073.748,20	Rp (6.341.615,79)
PRN	Rp 48.175.919,14	Rp 49.920.638,11	Rp (1.744.718,98)
THN	Rp 59.376.980,63	Rp 43.595.895,17	Rp 15.781.085,46
CLM	Rp 61.513.939,69	Rp 39.395.388,77	Rp 22.118.550,92
NCN	Rp 60.344.375,92	Rp 31.233.436,68	Rp 29.110.939,24
OOY	Rp 36.751.273,37	Rp 30.939.659,33	Rp 5.811.614,04
<b>Total</b>	Rp 1.652.508.046,74	Rp 1.016.019.721,96	<b>Rp 636.488.324,78</b>

Tabel 5.6 menunjukkan bahwa sistem persediaan dengan menggunakan metode EOQ pada bahan baku dari produk multivitamin lokal di PT. X dapat melakukan penghematan biaya sebesar Rp. 636.488.324,78 (38,52%) selama setahun. Dengan demikian, perlu adanya peninjauan kembali terhadap kebijakan sistem persediaan saat ini.

## **LAMPIRAN A**

### **DATA PERMINTAAN DAN KLASIFIKASI BAHAN BAKU**

#### **A.1 Data permintaan produk multivitamin lokal**

Tabel A.1 Data permintaan produk multivitamin lokal (box) pada periode bulan Januari 2012 – Desember 2015

<b>Bulan</b>	<b>Tahun</b>			
	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Jan	6874	8400	7000	5845
Feb	5852	9800	6006	6433
Mar	7105	12488	9135	5761
Apr	6986	6027	2996	6986
Mei	7112	5663	4662	6986
Jun	6489	9233	7420	7105
Jul	5880	3206	6510	5880
Agt	6678	7721	6958	6678
Sep	6489	9541	7322	6489
Okt	7539	6811	7252	7539
Nop	6902	8638	7399	7469
Des	7112	12306	7252	7112



## A.2 Data bahan baku produk multivitamin

Tabel A.2 Data nilai tahunan harga bahan baku multivitamin

No	Bahan baku	kg/batch	kg/tahun	Rp/kg	Rp/tahun	%
1	ACE	16	2.716	Rp 21.286	Rp 57.812.776	1,63
2	AAC	103	17.484,25	Rp 47.200	Rp 825.256.600	23,27
3	AFO	0,224	38,02	Rp 5.200.000	Rp 197.724.800	5,58
4	AST	1,2	203,70	Rp 62.500	Rp 12.731.250	0,36
5	ALC	36,56	6.206,06	Rp 12.000	Rp 74.472.720	2,10
6	CLM	3	509,25	Rp 266.700	Rp 135.816.975	3,83
7	DBF	0,12	20,37	Rp 750.000	Rp 15.277.500	0,43
8	NCN	6	1.018,50	Rp 94.500	Rp 96.248.250	2,71
9	OMP	6,6	1.120,35	Rp 899.062	Rp 1.007.264.112	28,40
10	OOY	0,66	112,04	Rp 841.000	Rp 94.221.435	2,66
11	PLG	3,4	577,15	Rp 135.135	Rp 77.993.165	2,20
12	PVF	7,2	1.222,20	Rp 232.852	Rp 284.591.714	8,02
13	PRN	1,25	212,19	Rp 865.000	Rp 183.542.188	5,18
14	RBV	1,38	234,26	Rp 1.327.200	Rp 310.903.236	8,77
15	TLP	14,4	2.444,40	Rp 9.500	Rp 23.221.800	0,65
16	THN	1,38	234,26	Rp 637.500	Rp 149.337.563	4,21
<b>Jumlah</b>		<b>202,374</b>	<b>34.352,99</b>	<b>Rp 11.401.435</b>	<b>Rp 3.546.416.083</b>	<b>100,00</b>

Tabel A.3 Hasil klasifikasi bahan baku multivitamin berdasarkan nilai tahunan harga bahan baku

No.	Bahan baku	%	Σ %
1	OPADRY MAROON PREMIX	28,40	28,40
2	ACID ASCORBIC	23,27	51,67
3	RIBOFLAVIN	8,77	60,44
4	POVIDON F	8,02	68,46
5	ACID FOLIC USP POWDER	5,58	74,04
6	PYRIDOXIN HCL	5,18	79,21
7	THIAMINE MONONITRATE	4,21	83,43
8	CALCIUM PANTOTHENATE USP	3,83	87,26
9	NICOTINAMIDE	2,71	89,97
10	OPADRY OY	2,66	92,63
11	POLYETHYLENE GLYCOL	2,20	94,83
12	ALCOHOL USP 190 PROOF (P;96%)	2,10	96,93
13	ACETONE	1,63	98,56
14	TALCUM POWDER	0,65	99,21
15	DYE BLUE FDC	0,43	99,64
16	ACID STEARIC	0,36	100,00

## LAMPIRAN B

### BIAYA PERSEDIAAN

#### B.1 Biaya pembelian harga bahan baku setiap kg

Harga pembelian setiap bahan baku per kg dapat dilihat pada Tabel B.1.

Tabel B.1 BOM multivitamin tiap batch (200.000 tablet) produk yang dihasilkan

KODE	Material	kg	Rp/kg
ACE	ACETONE	16	Rp 21.286
AAC	ACID ASCORBIC EP/BP	103	Rp 47.200
AFO	ACID FOLIC USP POWDER	0,224	Rp 5.200.000
AST	ACID STEARIC	1,2	Rp 62.500
ALC	ALCOHOL USP 190 PROOF	36,56	Rp 12.000
CLM	CALCIUM PANTOTHENATE USP	3	Rp 266.700
DBF	DYE BLUE FDC	0,12	Rp 750.000
NCN	NICOTINAMIDE	6	Rp 94.500
OMP	OPADRY MAROON PREMIX	6,6	Rp 899.062
OOY	OPADRY OY	0,66	Rp 841.000
PLG	POLYETHYLENE GLYCOL	3,4	Rp 135.135
PVF	POVIDON F	7,2	Rp 232.852
PRN	PYRIDOXIN HCL	1,25	Rp 865.000
RBV	RIBOFLAVIN	1,38	Rp 1.327.200
TLP	TALCUM POWDER	14,4	Rp 9.500
THN	THIAMINE MONONITRATE	1,38	Rp 637.500

<i>Product</i>	<i>Packing</i>	<i>Batch Size (box)</i>
Multivitamin MA	5x6's	6417
Multivitamin PH	25x4's	1925
Multivitamin Lokal	10x10's	1925

## B.2 Biaya kekurangan bahan (*stockout cost*)

Biaya kekurangan bahan adalah biaya kerugian yang timbul karena tidak adanya persediaan dalam gudang. Karena biaya ini sulit untuk dihitung, maka dilakukan perhitungan dengan estimasi sebagai berikut:

Biaya tenaga kerja

- Biaya 1 orang manager produksi = Rp. 12.000.000/bulan
- Biaya 3 orang spv produksi = Rp.8.000.000 x 3 = Rp.24.000.000/bulan
- Biaya 5 orang operator produksi = Rp.4.500.000 x 5 = Rp.22.500.000/bulan
- Biaya 5 orang admin produksi = Rp.4.000.000 x 5 = Rp.20.000.000/bulan
- Biaya 2 orang spv packaging = Rp.7.500.000 x 2 = Rp.15.000.000/bulan
- Biaya 2 orang Admin packaging = Rp.4.000.000 x 2 = Rp.8.000.000/bulan
- Biaya 8 orang pegawai packaging = Rp. 3.500.000 x 8 = Rp.28.000.000/bulan
- Biaya 1 orang manager QC = Rp. 12. 000.000/bulan
- Biaya 1 orang spv QC = Rp.8.000.000/bulan
- Biaya 4 orang inspector QC = Rp.4.500.000 x 4 = Rp.18.000.000/bulan
- Biaya 1 orang manager engineering = Rp.12.000.000/bulan
- Biaya 1 orang staff maintenance = Rp.5.000.000/bulan
- Biaya 3 orang teknisi maintenance = Rp.3.000.000 x 3= Rp.9.000.000/bulan

Total biaya tenaga kerja operasi adalah Rp. 193.500.000,-/bulan

Menurut Peters dan Timmerhaus (1991), biaya tenaga kerja operasi adalah 10% sampai 20% dari biaya produksi. Persentase estimasi yang dipilih adalah sebesar 15%, maka:

$$\begin{aligned}\text{Estimasi total biaya produksi} &= \text{biaya tenaga kerja operasi} / 15\% \\ &= \text{Rp. } 193.500.000,00 / 15\% \\ &= \text{Rp. } 1.290.000.000,00\end{aligned}$$

Rata-rata PT. X mengambil keuntungan 30% dari total biaya produksi, maka:

$$\begin{aligned}\text{Laba perusahaan} &= 30\% \times \text{total biaya produksi} \\ &= 30\% \times \text{Rp. } 1.290.000.000,00 \\ &= \text{Rp. } 387.000.000,00\end{aligned}$$

Menurut Peters dan Timmerhaus (1991), biaya bahan baku adalah sebesar 10% sampai 50% dari biaya produksi. Prosentase estimasi dipilih sebesar 35%, maka:

$$\begin{aligned}\text{Estimasi biaya bahan baku} &= 35\% \times \text{biaya produksi} \\ &= 35\% \times \text{Rp. 1.290.000.000,00} \\ &= \text{Rp. 451.500.000,00}\end{aligned}$$

Estimasi laba tiap unit sebagai berikut:

#### 1. Kebutuhan OMP

$$\begin{aligned}&= \text{Estimasi biaya bahan baku / harga OMP per kg} \\ &= \text{Rp. 451.500.000,00 / Rp. 899.062,00} \\ &= 502,19 \text{ kg}\end{aligned}$$

Laba per kg

$$\begin{aligned}&= \text{Rp. 387.000.000,00 per kg / 502,19 kg} \\ &= \text{Rp. 770.624,66}\end{aligned}$$

Jadi apabila tidak ada satu kg OMP, maka perusahaan akan kehilangan keuntungan sebesar Rp. 770.624,66.

#### 2. Kebutuhan AAC

$$\begin{aligned}&= \text{Estimasi biaya bahan baku/harga AAC per kg} \\ &= \text{Rp. 451.500.000,00 / Rp. 47.200,00} \\ &= 9565,68 \text{ kg}\end{aligned}$$

Laba per kg

$$\begin{aligned}&= \text{Rp. 387.000.000,00 per kg / 9565,68 kg} \\ &= \text{Rp. 40.457,13}\end{aligned}$$

Jadi apabila tidak ada satu kg AAC, maka perusahaan akan kehilangan keuntungan sebesar Rp. 40.457,13.

#### 3. Kebutuhan RBV

$$\begin{aligned}&= \text{Estimasi biaya bahan baku / harga RBV per kg} \\ &= \text{Rp. 451.500.000,00 / Rp. 1.327.200,00} \\ &= 340,19 \text{ kg}\end{aligned}$$

Laba per unit

$$\begin{aligned}&= \text{Rp. 387.000.000,00 per kg / 340,19 kg} \\ &= \text{Rp. 1.137.599,58}\end{aligned}$$

Jadi apabila tidak ada satu kg RBV, maka perusahaan akan kehilangan keuntungan sebesar Rp. 1.137.599,58.

#### 4. Kebutuhan PVF

= Estimasi biaya bahan baku / harga PVF per kg

= Rp. 451.500.000,00 / Rp. 232.852,00

= 1.938,99 kg

Laba per kg

= Rp. 387.000.000,00 per kg / 1.938,99 kg

= Rp. 199.588,45

Jadi apabila tidak ada satu kg PVF, maka perusahaan akan kehilangan keuntungan sebesar Rp. 199.588,45.

#### 5. Kebutuhan AFO

= Estimasi biaya bahan baku / harga AFO per kg

= Rp. 451.500.000,00 / Rp. 5.200.000,00

= 86,83 kg

Laba per kg

= Rp. 387.000.000,00 per kg / 86,83 kg

= Rp. 4.456.984,91

Jadi apabila tidak ada satu kg AFO, maka perusahaan akan kehilangan keuntungan sebesar Rp. 4.456.984,91.

#### 6. Kebutuhan PRN

= Estimasi biaya bahan baku/harga PRN per kg

= Rp. 451.500.000,00 / Rp. 865.000,00

= 521,96 kg

Laba per kg

= Rp. 387.000.000,00 per kg / 521,96 kg

= Rp. 741.436,12

Jadi apabila tidak ada satu kg PRN, maka perusahaan akan kehilangan keuntungan sebesar Rp. 741.436,12.

#### 7. Kebutuhan THN

= Estimasi biaya bahan baku / harga THN per kg

= Rp. 451.500.000,00 / Rp. 637.500,00

= 708,23 kg

Laba per kg

= Rp.387.000.000,00 per kg / 708,23 kg

= Rp. 546.432,66

Jadi apabila tidak ada satu kg THN, maka perusahaan akan kehilangan keuntungan sebesar Rp. 546.432,66

8. Kebutuhan CLM

= Estimasi biaya bahan baku / harga CLM per kg

= Rp. 451.500.000,00 /Rp. 266.700,00

= 1.692,91 kg

Laba per kg

= Rp.387.000.000,00 per kg / 1.692,91 kg

= Rp. 228.600,46

Jadi apabila tidak ada satu kg CLM, maka perusahaan akan kehilangan keuntungan sebesar Rp. 228.600,46.

9. Kebutuhan NCN

= Estimasi biaya bahan baku / harga NCN per kg

= Rp.451.500.000,00 /Rp. 94.500,00

= 4777,78 kg

Laba per kg

= Rp.387.000.000,00 per kg / 4777,78 kg

= Rp. 80.999,96

Jadi apabila tidak ada satu kg NCN, maka perusahaan akan kehilangan keuntungan sebesar Rp. 80.999,96

10. Kebutuhan OOO

= Estimasi biaya bahan baku / harga OOO per kg

= Rp.451.500.000,00 / Rp. 841.000,-

= 536,86 kg

Laba per kg

= Rp. 387.000.000,00 per kg / 536,86 kg

= Rp. 720.858,32

Jadi apabila tidak ada satu kg OOO, maka perusahaan akan kehilangan keuntungan sebesar Rp. 720.858,32

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## LAMPIRAN C

### PARAMETER MODEL ARIMA

#### C.1 Hasil keluaran program *Minitab 16*

##### a. Model ARIMA (1,0,0)

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	0,0523	0,1472	0,36	0,724
Constant	79,327	1,464	54,17	0,000
Mean	83,703	1,545		

Number of observations: 48

Residuals: SS = 4734,90 (backforecasts excluded)  
MS = 102,93 DF = 46

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	35,2	42,4	43,7	*
DF	10	22	34	*
P-Value	0,000	0,006	0,122	*

##### b. Model ARIMA (4,0,0)

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	0.2080	0.1368	1.52	0.136
AR 2	-0.1235	0.1309	-0.94	0.351
AR 3	0.3341	0.1310	2.55	0.014
AR 4	-0.4440	0.1370	-3.24	0.002
Constant	85.872	1.294	66.38	0.000
Mean	83.747	1.262		

Number of observations: 48

Residuals: SS = 3452.50 (backforecasts excluded)  
MS = 80.29 DF = 43

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	13.6	21.1	24.2	*
DF	7	19	31	*
P-Value	0.059	0.331	0.800	*



### c. Model ARIMA (1,0,3)

#### Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	0,8594	0,1518	5,66	0,000
MA	1	0,6608	0,2335	2,83	0,007
MA	2	0,5261	0,1631	3,23	0,002
MA	3	-0,2183	0,1898	-1,15	0,257
Constant		11,7977	0,0840	140,44	0,000
Mean		83,9172	0,5975		

Number of observations: 48

Residuals: SS = 4358,41 (backforecasts excluded)  
MS = 101,36 DF = 43

#### Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	22,6	30,8	32,7	*
DF	7	19	31	*
P-Value	0,002	0,042	0,384	*

### d. Model ARIMA (3,0,0)

#### Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	0,0765	0,1438	0,53	0,597
AR	2	-0,0858	0,1438	-0,60	0,554
AR	3	0,3000	0,1440	2,08	0,043
Constant		59,373	1,425	41,65	0,000
Mean		83,706	2,010		

Number of observations: 48

Residuals: SS = 4289,90 (backforecasts excluded)  
MS = 97,50 DF = 44

#### Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	32,3	42,5	44,7	*
DF	8	20	32	*
P-Value	0,000	0,002	0,068	*

## C.2 Hasil keluaran program SAS

The SAS System  
The ARIMA Procedure

Name of variable = y|

Mean of working series 83.70323  
Standard Deviation 9.945527  
Number of observations 48

### Autocorrelations

Lag	Covariance	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	Std Error
0	98.913498	1.00000												*****										0
1	5.171087	0.05228												*										0.144338
2	-6.516456	-.06588																						0.144732
3	28.310406	0.28621												*****										0.145355
4	-34.771741	-.35154												*****										0.156657
5	-34.467564	-.34846												*****										0.172309
6	10.022995	0.10133												**										0.186413
7	-12.342574	-.12478																						0.187557
8	-14.050134	-.14204												**										0.189279
9	40.809351	0.41258												*****										0.191487
10	15.729600	0.15902												***										0.209188
11	4.567217	0.04617												*										0.211691
12	14.705481	0.14867												***										0.211901
13	-19.122143	-.19332												****										0.214063
14	-18.922853	-.19131												****										0.217670
15	-8.839313	-.08936												**										0.221145

"," marks two standard errors

### Inverse Autocorrelations

Lag	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
1	-0.12540												***									
2	-0.12481												**									
3	-0.27958												*****									
4	0.35711												*****									
5	-0.00170																					
6	-0.07784												**									
7	-0.05891												*									
8	0.31269												*****									
9	-0.13741												***									
10	-0.16370												***									
11	-0.10471												**									
12	0.12679												***									
13	0.11429												**									
14	-0.04548												*									
15	-0.01120																					

### Partial Autocorrelations

Lag	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
1	0.05228												*									
2	-0.06880												*									
3	0.29570												*****									
4	-0.43547												*****									
5	-0.26827												*****									
6	0.03559												*									
7	0.06948												*									
8	-0.12713												***									
9	0.24860												*****									
10	0.11545												**									
11	0.16306												***									
12	-0.22674												*****									
13	-0.16887												***									
14	0.07682												**									
15	0.01803																					

The ARIMA Procedure

Autocorrelation Check for white Noise

To Lag	Chi- Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	18.84	6	0.0044	0.052	-0.066	0.286	-0.352	-0.348	0.101
12	34.65	12	0.0005	-0.125	-0.142	0.413	0.159	0.046	0.149

The SAS System

The ARIMA Procedure

Unconditional Least Squares Estimation

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr >  t	Lag
MU	83.72892	1.24473	67.27	<.0001	0
AR1,1	0.31023	0.13168	2.36	0.0229	3
AR1,2	-0.37398	0.13183	-2.84	0.0068	4

Constant Estimate      89.0671  
 Variance Estimate      82.26831  
 Std Error Estimate      9.070188  
 AIC                      351.8484  
 SBC                      357.462  
 Number of Residuals      48

Correlations of Parameter Estimates

Parameter	MU	AR1,1	AR1,2
MU	1.000	0.013	0.008
AR1,1	0.013	1.000	-0.047
AR1,2	0.008	-0.047	1.000

Autocorrelation Check of Residuals

To Lag	Chi- Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	3.68	4	0.4510	0.082	-0.020	0.048	-0.110	-0.213	-0.008
12	17.13	10	0.0716	0.045	-0.242	0.293	0.262	0.052	-0.009
18	24.28	16	0.0835	-0.106	-0.219	-0.138	0.001	-0.024	-0.140
24	25.70	22	0.2648	-0.075	0.023	0.009	0.021	-0.091	-0.026

Model for variable y

Estimated Mean    83.72892

Autoregressive Factors

Factor 1:  $1 - 0.31023 B^{**}(3) + 0.37398 B^{**}(4)$

The SAS System

The ARIMA Procedure

Forecasts for variable y

Obs	Forecast	Std Error	95% Confidence Limits		Actual	Residual
1	83.7289	10.6172	62.9197	104.5382	82.9100	-0.8189
2	83.8492	10.5021	63.2655	104.4328	76.4980	-7.3512

3	84.8959	10.4856	64.3445	105.4474	84.2910	-0.6049
4	83.3577	9.7799	64.1896	102.5259	83.5820	0.2243
5	81.7919	9.0702	64.0147	99.5692	84.3330	2.5411
6	86.6075	9.0702	68.8303	104.3848	80.5540	-6.0535
7	83.4731	9.0702	65.6959	101.2504	76.6810	-6.7921
8	83.9713	9.0702	66.1940	101.7485	81.7190	-2.2523
9	82.5181	9.0702	64.7408	100.2953	80.5540	-1.9641
10	82.7298	9.0702	64.9526	100.5071	86.8270	4.0972
11	85.7412	9.0702	67.9640	103.5184	83.0780	-2.6632
12	83.4956	9.0702	65.7184	101.2729	84.3330	0.8374
13	85.8774	9.0702	68.1002	103.6546	91.6520	5.7746
14	82.3684	9.0702	64.5911	100.1456	98.9950	16.6266
15	84.1598	9.0702	66.3825	101.9370	111.7500	27.5902
16	85.9610	9.0702	68.1837	103.7382	77.6340	-8.3270
17	85.5018	9.0702	67.7245	103.2790	75.2530	-10.2488
18	86.7126	9.0702	68.9353	104.4898	96.0890	9.3764
19	71.3587	9.0702	53.5814	89.1359	56.6220	-14.7367
20	83.3788	9.0702	65.6016	101.1561	87.8690	4.4902
21	90.7332	9.0702	72.9560	108.5105	97.6780	6.9448
22	70.6971	9.0702	52.9199	88.4743	82.5290	11.8319
23	95.1509	9.0702	77.3736	112.9281	92.9410	-2.2099
24	86.5080	9.0702	68.7308	104.2852	110.9320	24.4240
25	78.1399	9.0702	60.3627	95.9172	83.6660	5.5261
26	87.0355	9.0702	69.2583	104.8128	77.4980	-9.5375
27	88.7229	9.0702	70.9457	106.5002	95.5770	6.8541
28	73.5359	9.0702	55.7586	91.3131	54.7360	-18.7999
29	81.8194	9.0702	64.0422	99.5967	68.2790	-13.5404

30	89.7348	9.0702	71.9576	107.5120	86.1390	-3.5958
31	70.3035	9.0702	52.5262	88.0807	80.6850	10.3815
32	89.7788	9.0702	72.0016	107.5560	83.4150	-6.3638
33	90.2546	9.0702	72.4774	108.0319	85.5690	-4.6856
34	81.8833	9.0702	64.1060	99.6605	85.1590	3.2757
35	84.7699	9.0702	66.9927	102.5472	86.0170	1.2471
36	84.4172	9.0702	66.6399	102.1944	85.1590	0.7418
37	83.4844	9.0702	65.7072	101.2617	76.4530	-7.0314
38	83.9039	9.0702	66.1267	101.6812	80.2060	-3.6979
39	83.3169	9.0702	65.5396	101.0941	75.9010	-7.4159
40	80.9369	9.0702	63.1596	98.7141	83.5820	2.6451
41	85.3571	9.0702	67.5798	103.1343	83.5820	-1.7751
42	82.6180	9.0702	64.8407	100.3952	84.2910	1.6730
43	86.6109	9.0702	68.8336	104.3881	76.6810	-9.9299
44	83.7383	9.0702	65.9610	101.5155	81.7190	-2.0193
45	83.9582	9.0702	66.1810	101.7355	80.5540	-3.4042
46	81.3322	9.0702	63.5550	99.1095	86.8270	5.4948
47	85.7412	9.0702	67.9640	103.5184	86.4230	0.6818
48	83.4956	9.0702	65.7184	101.2729	84.3330	0.8374
49	85.8774	9.0702	68.1002	103.6546	.	.
50	83.4061	9.0702	65.6288	101.1833	.	.
51	82.9088	9.0702	65.1315	100.6860	.	.
52	84.1695	9.4966	65.5565	102.7826	.	.
53	82.8253	10.0843	63.0605	102.5901	.	.
54	83.5952	10.0843	63.8304	103.3600	.	.
55	84.1723	10.1220	64.3336	104.0110	.	.
56	83.2838	10.3385	63.0208	103.5468	.	.

57	84.0254	10.4160	63.6104	104.4404	.	.
58	83.9165	10.4195	63.4946	104.3384	.	.
59	83.4250	10.4655	62.9131	103.9369	.	.
60	83.9874	10.5318	63.3453	104.6294		

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

**LAMPIRAN D**

**DATA KEBUTUHAN, WAKTU TUNGGU DAN PLOT DISTRIBUSI BAHAN BAKU**

**D.1 Data kebutuhan selama waktu tunggu dan waktu tunggu pemesanan bahan baku**

Tabel D.1 Data kebutuhan selama waktu tunggu dan waktu tunggu pemesanan OMP

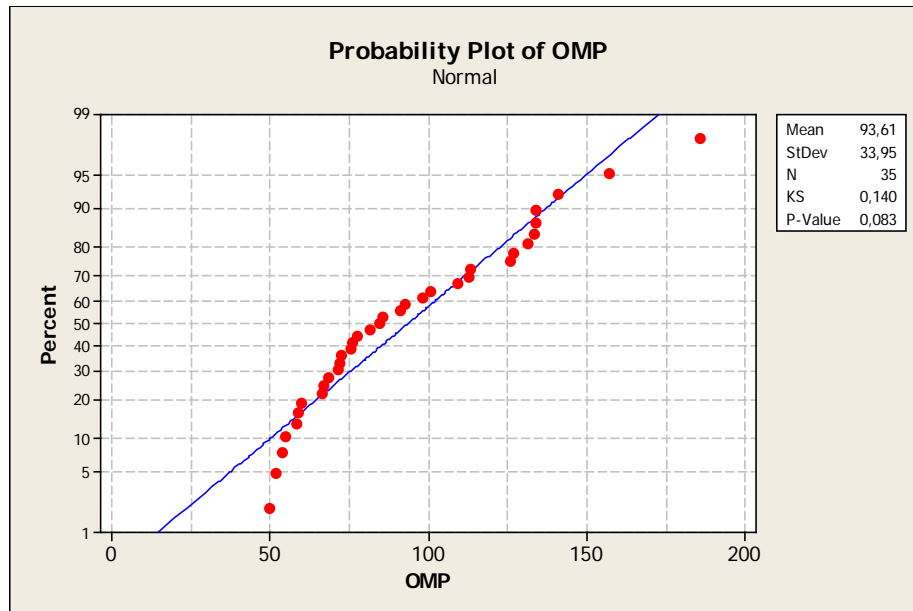
<b>No.</b>	<b>Kebutuhan (kg)</b>	<b>Waktu tunggu (hari)</b>	<b>Rata-rata kebutuhan per hari (kg/hari)</b>
1	109,368	29	3,771
2	156,925	33	4,755
3	133,605	25	5,344
4	81,765	30	2,726
5	75,349	31	2,431
6	72,171	18	4,010
7	68,532	31	2,211
8	66,970	34	1,970
9	91,127	36	2,531
10	127,084	27	4,707
11	75,915	30	2,531
12	98,224	32	3,070
13	85,619	33	2,595
14	59,222	33	1,795
15	134,063	33	4,063
16	77,494	31	2,500
17	66,604	33	2,018
18	185,645	33	5,626
19	59,865	29	2,064
20	141,008	32	4,407
21	112,809	30	3,760
22	71,750	28	2,563
23	55,065	17	3,239
24	134,013	31	4,323
25	113,568	37	3,069
26	72,508	40	1,813
27	126,089	31	4,067
28	51,854	26	1,994
29	92,860	25	3,714
30	50,031	27	1,853
31	100,733	33	3,053
32	58,643	28	2,094



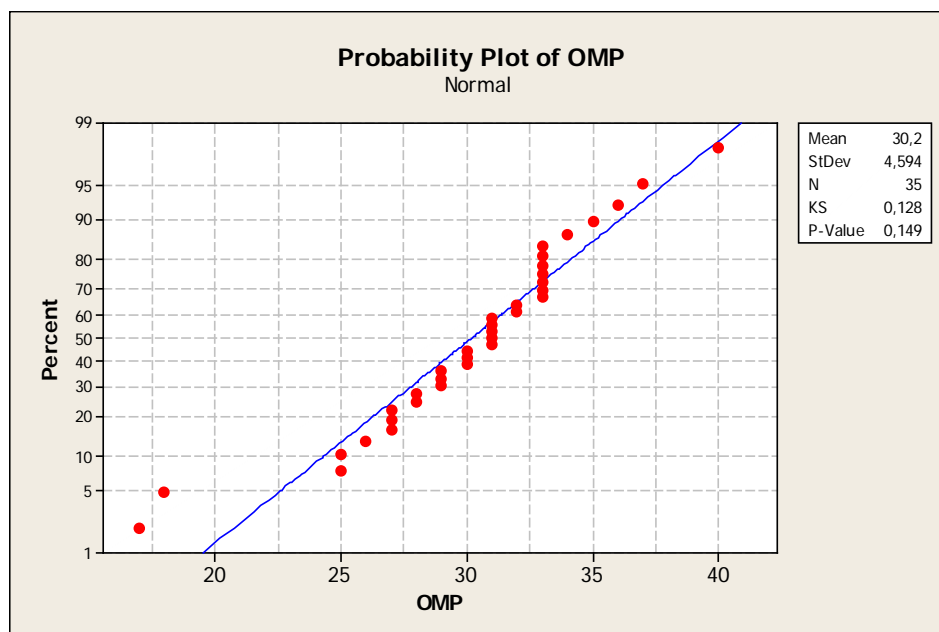
Tabel D.1 Data kebutuhan selama waktu tunggu dan waktu tunggu pemesanan

OMP (lanjutan)

33	84,888	27	3,144
34	53,737	29	1,853
35	131,338	35	3,753
Total	3276,437	1057	109,414



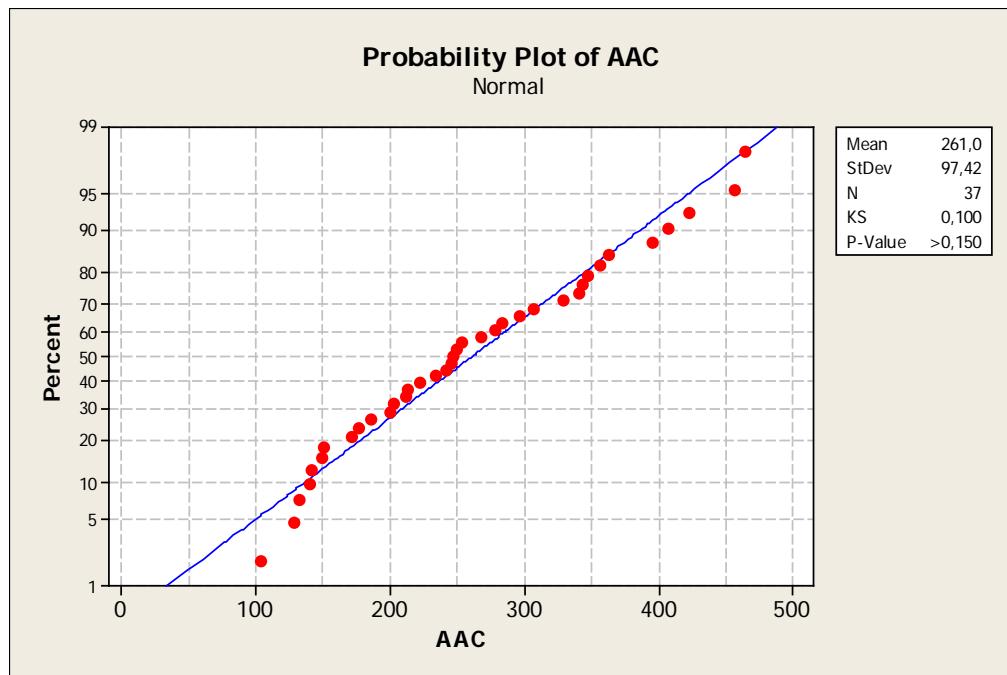
Gambar D.1 Plot distribusi kebutuhan bahan baku OMP



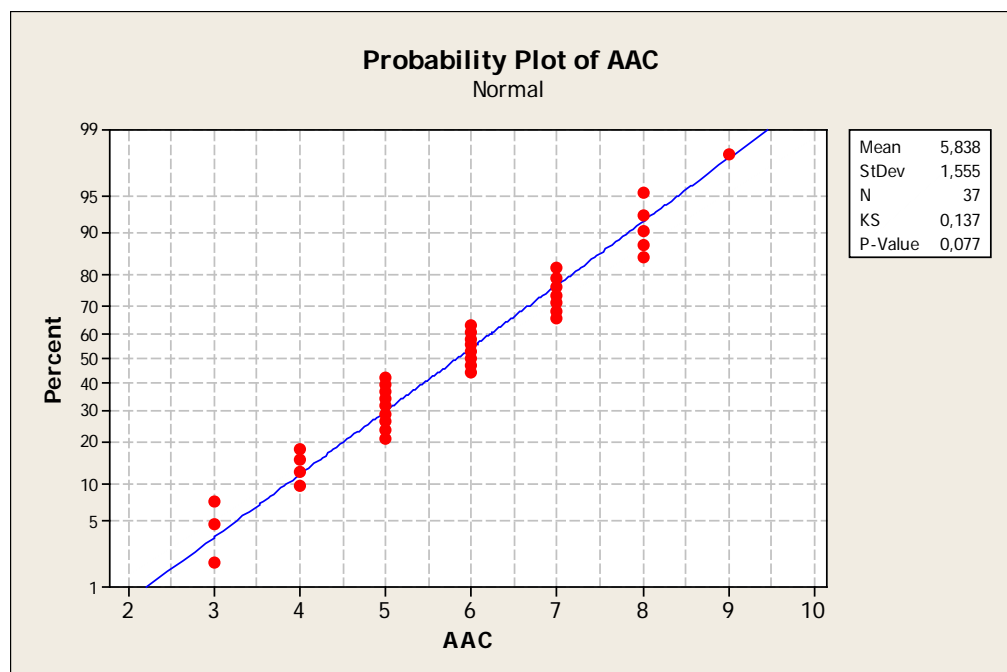
Gambar D.2 Plot distribusi waktu tunggu bahan baku OMP

Tabel D.2 Data kebutuhan selama waktu tunggu dan waktu tunggu pemesanan AAC

<b>No.</b>	<b>Kebutuhan (kg)</b>	<b>Waktu tunggu (hari)</b>	<b>Rata-rata kebutuhan per hari (kg/hari)</b>
1	296,736	7	42,391
2	176,523	5	35,305
3	241,667	8	30,208
4	407,496	9	45,277
5	203,037	6	33,839
6	329,335	7	47,048
7	306,907	8	38,363
8	141,073	5	28,215
9	253,117	7	36,160
10	128,298	5	25,660
11	278,497	6	46,416
12	171,486	4	42,871
13	267,346	5	53,469
14	212,782	7	30,397
15	247,320	5	49,464
16	422,320	8	52,790
17	150,849	5	30,170
18	283,587	6	47,264
19	233,556	5	46,711
20	245,157	6	40,859
21	249,131	5	49,826
22	222,630	4	55,658
23	185,468	7	26,495
24	211,603	6	35,267
25	455,718	8	56,965
26	355,572	6	59,262
27	362,171	7	51,739
28	464,242	7	66,320
29	343,467	6	57,244
30	148,868	3	49,623
31	346,988	4	86,747
32	103,539	3	34,513
33	200,234	3	66,745
34	132,180	5	26,436
35	141,016	4	35,254
36	340,588	6	56,765
37	394,896	8	49,362
Total	9655,396	216	1667,099



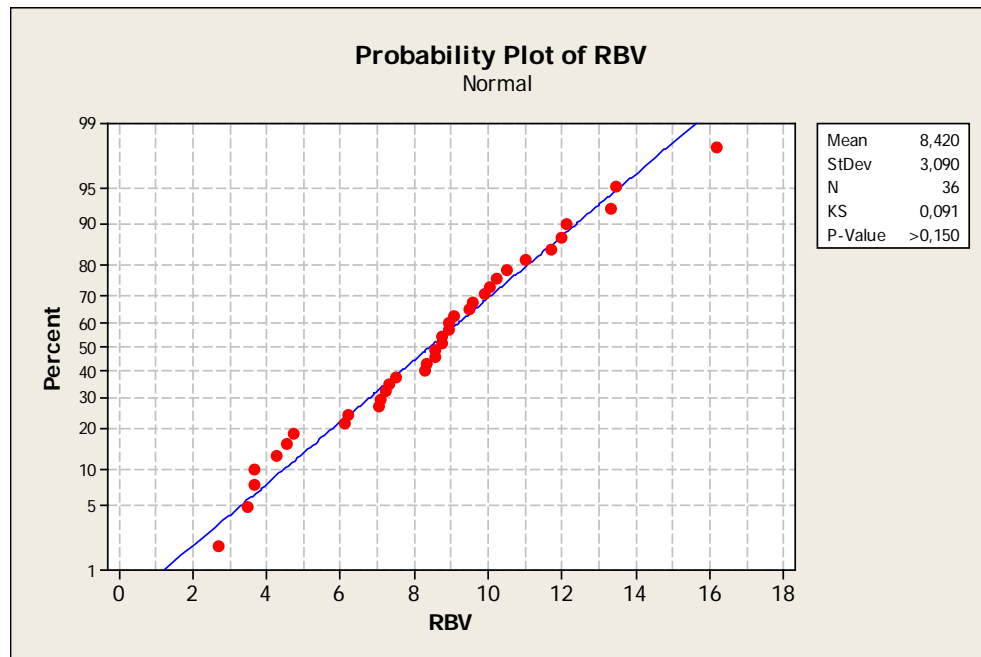
Gambar D.3 Plot distribusi kebutuhan bahan baku AAC



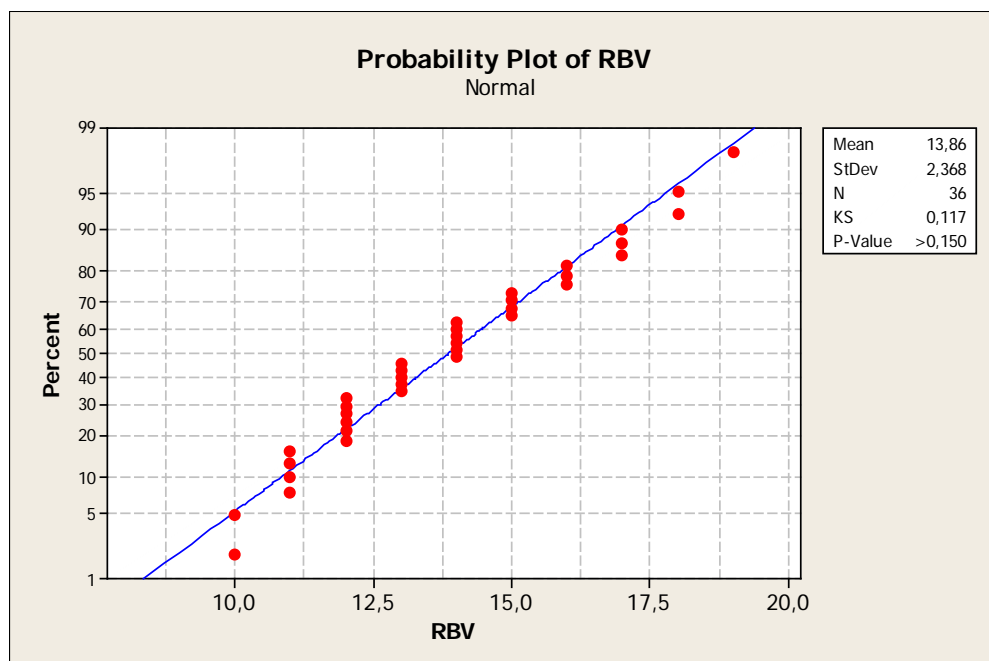
Gambar D.4 Plot distribusi waktu tunggu bahan baku AAC

Tabel D.3 Data kebutuhan selama waktu tunggu dan waktu tunggu pemesanan RBV

No.	Kebutuhan (kg)	Waktu tunggu (hari)	Rata-rata kebutuhan per hari (kg/hari)
1	8,309	14	0,593
2	7,240	13	0,557
3	3,648	12	0,304
4	8,739	13	0,672
5	8,563	12	0,714
6	8,262	16	0,516
7	7,048	13	0,542
8	9,493	14	0,678
9	8,929	12	0,744
10	10,049	15	0,670
11	9,596	17	0,564
12	4,718	14	0,337
13	6,122	14	0,437
14	8,573	13	0,659
15	13,309	17	0,783
16	7,502	12	0,625
17	6,226	11	0,566
18	10,519	14	0,751
19	8,727	15	0,582
20	12,093	16	0,756
21	9,907	13	0,762
22	3,508	16	0,219
23	10,233	18	0,568
24	7,062	11	0,642
25	16,155	19	0,850
26	9,078	10	0,908
27	10,999	12	0,917
28	11,683	11	1,062
29	11,969	15	0,798
30	2,697	10	0,270
31	8,948	11	0,813
32	3,659	18	0,203
33	4,534	15	0,302
34	13,434	17	0,790
35	4,281	12	0,357
36	7,310	14	0,522
Total	303,122	499	22,036



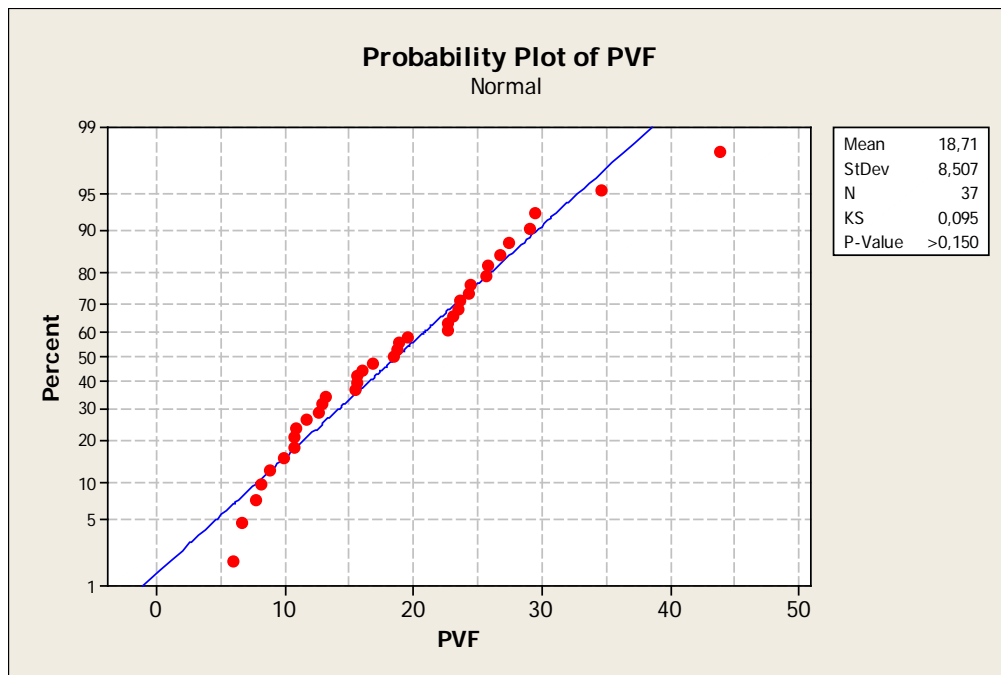
Gambar D.5 Plot distribusi kebutuhan bahan baku RBV



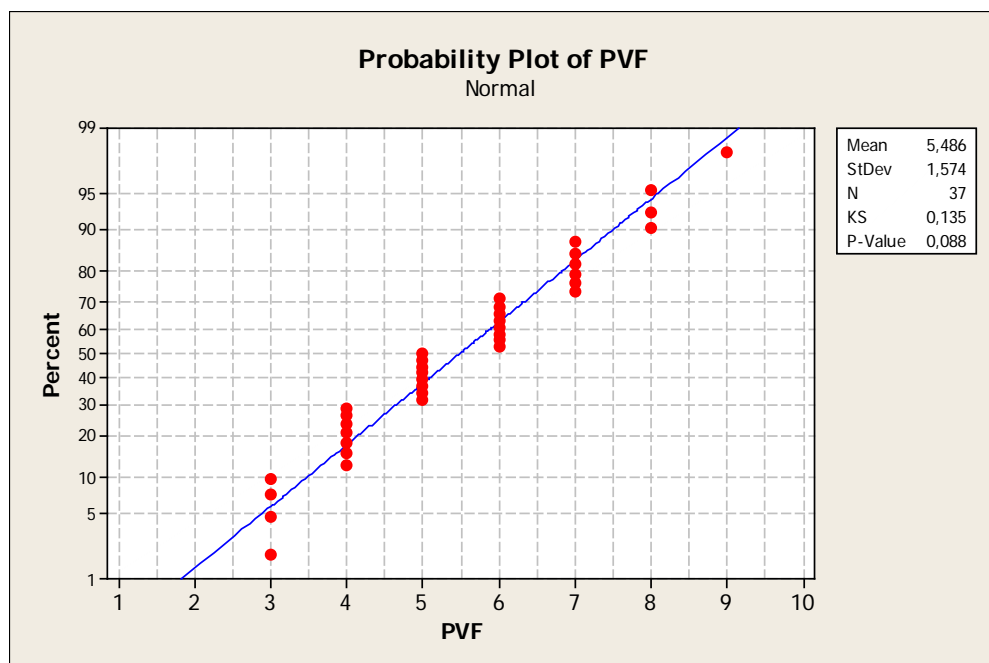
Gambar D.6 Plot distribusi waktu tunggu bahan baku RBV

Tabel D.4 Data kebutuhan selama waktu tunggu dan waktu tunggu pemesanan PVF

No.	Kebutuhan (kg)	Waktu tunggu (hari)	Rata-rata kebutuhan per hari (kg/hari)
1	23,486	6	3,914
2	24,492	5	4,898
3	43,898	8	5,487
4	25,817	9	2,869
5	15,442	6	2,574
6	29,068	7	4,153
7	18,830	8	2,354
8	15,564	5	3,113
9	18,720	7	2,674
10	24,249	5	4,850
11	16,041	6	2,674
12	12,850	4	3,213
13	8,213	3	2,738
14	7,750	4	1,938
15	12,617	3	4,206
16	18,500	7	2,643
17	10,807	5	2,161
18	34,612	6	5,769
19	8,829	4	2,207
20	22,748	5	4,550
21	19,517	5	3,903
22	10,822	4	2,706
23	23,675	7	3,382
24	26,796	6	4,466
25	25,699	8	3,212
26	11,734	6	1,956
27	29,473	7	4,210
28	10,687	5	2,137
29	23,144	6	3,857
30	5,988	3	1,996
31	16,864	4	4,216
32	6,712	3	2,237
33	13,148	4	3,287
34	9,980	5	1,996
35	15,582	4	3,896
36	27,375	6	4,563
37	22,674	7	3,239
Total	692,397	203	124,241



Gambar H.D Plot distribusi kebutuhan bahan baku PVF

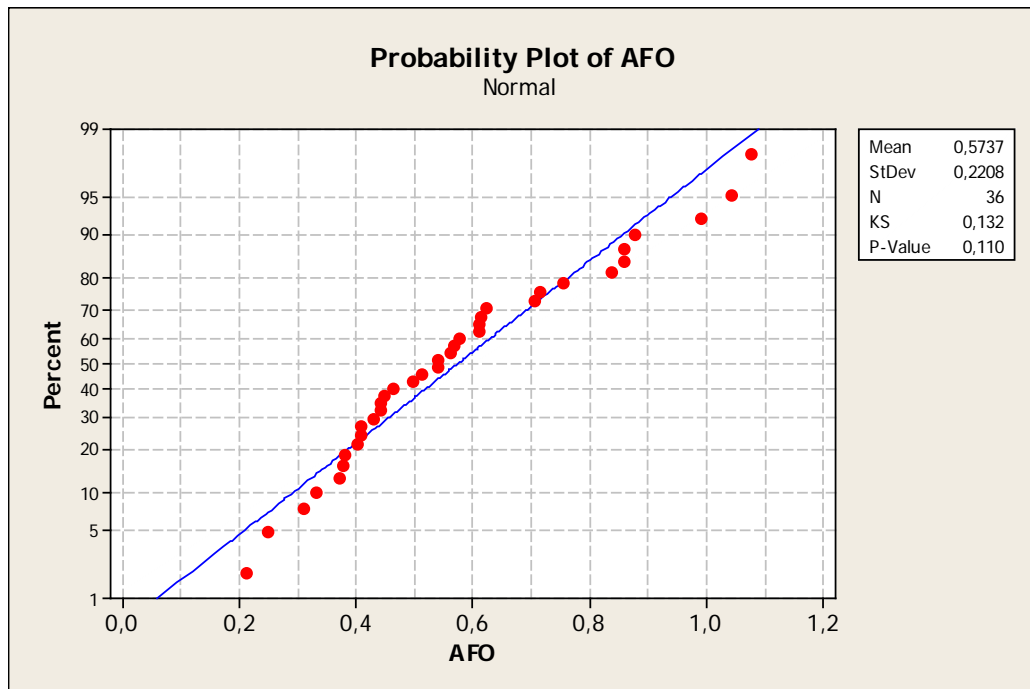


Gambar D.8 Plot distribusi waktu tunggu bahan baku PVF

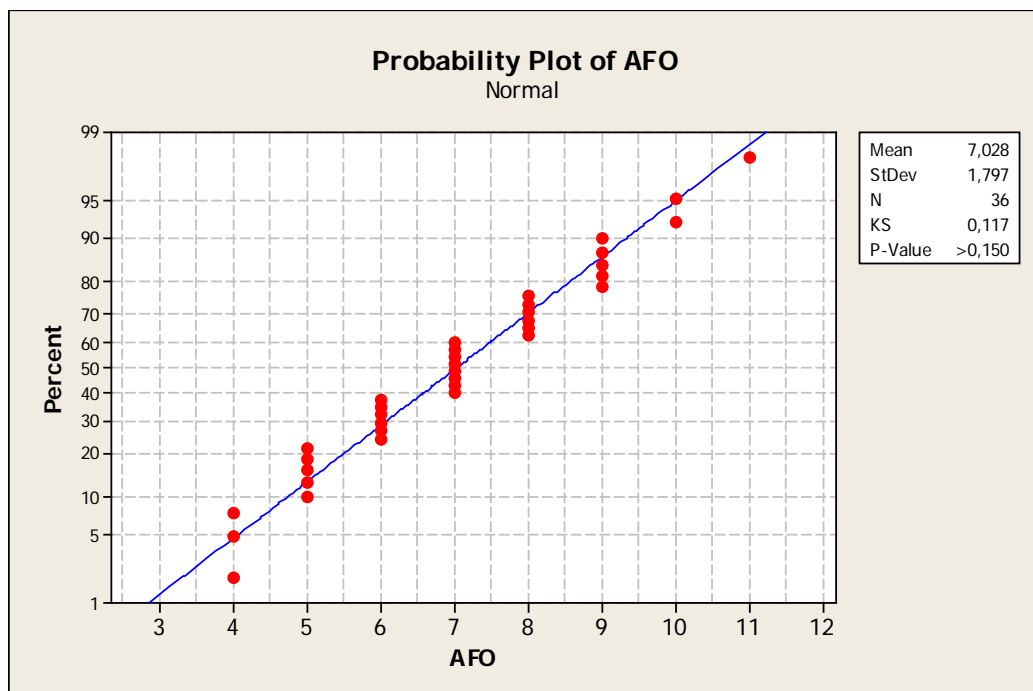
Tabel D.5 Data kebutuhan selama waktu tunggu dan waktu tunggu pemesanan AFO

No.	Kebutuhan (kg)	Waktu tunggu (hari)	Rata-rata kebutuhan per hari (kg/hari)
1	0,569	5	0,114
2	0,498	4	0,125
3	0,309	3	0,103
4	0,447	6	0,075
5	0,441	7	0,063
6	0,541	8	0,068
7	0,431	5	0,086
8	0,444	4	0,111
9	0,379	3	0,126
10	0,514	6	0,086
11	0,563	6	0,094
12	0,858	6	0,143
13	0,615	5	0,123
14	1,077	7	0,154
15	0,877	7	0,125
16	0,990	8	0,124
17	0,837	9	0,093
18	0,371	7	0,053
19	0,251	5	0,050
20	0,332	4	0,083
21	0,212	3	0,071
22	0,707	5	0,141
23	0,409	4	0,102
24	0,380	3	0,127
25	0,611	5	0,122
26	0,756	7	0,108
27	0,576	6	0,096
28	0,401	4	0,100
29	0,715	5	0,143
30	0,624	6	0,104
31	0,407	3	0,136
32	1,042	7	0,149
33	0,610	6	0,102
34	0,464	4	0,116
35	0,858	8	0,107
36	0,540	5	0,108
Total	20,653	196	3,829





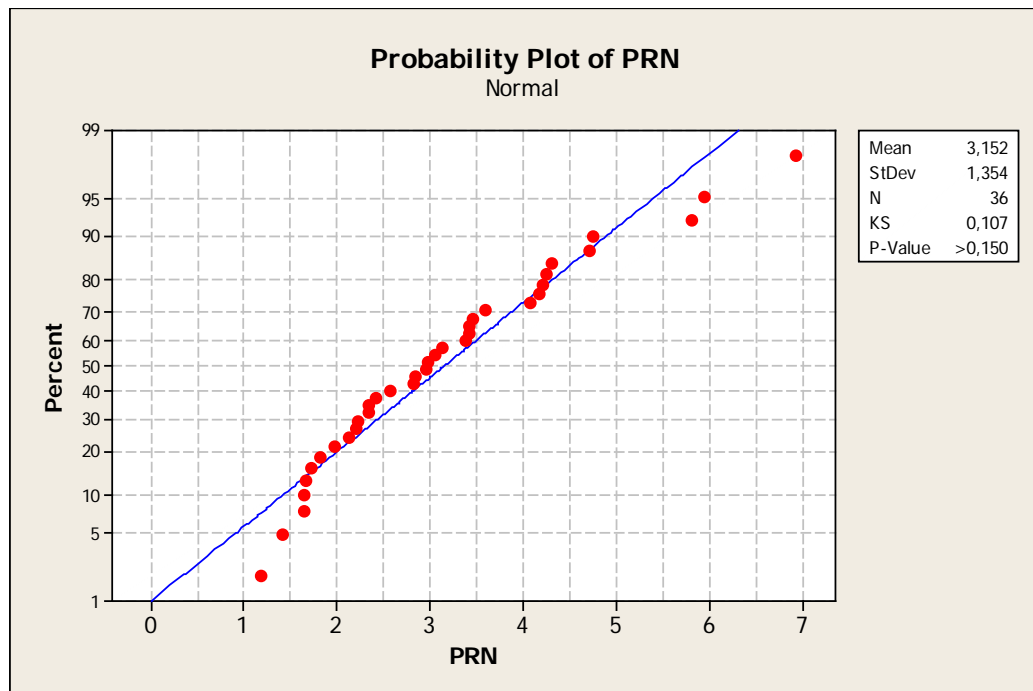
Gambar D.9 Plot distribusi kebutuhan bahan baku AFO



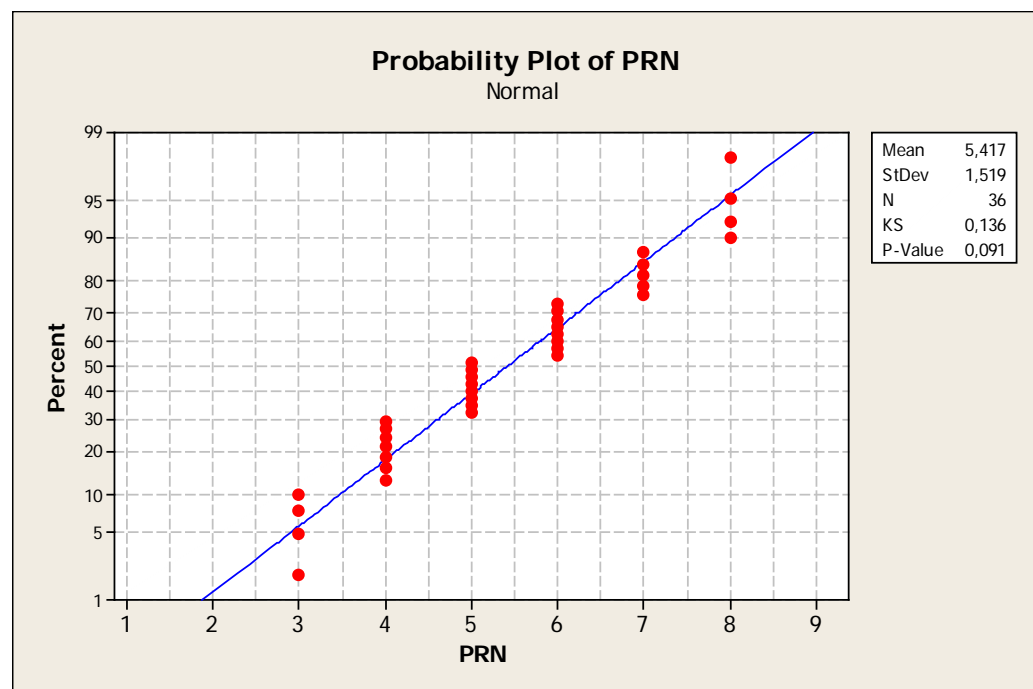
Gambar D.10 Plot distribusi waktu tunggu bahan baku AFO

Tabel D.6 Data kebutuhan selama waktu tunggu dan waktu tunggu pemesanan PRN

<b>No.</b>	<b>Kebutuhan (kg)</b>	<b>Waktu tunggu (hari)</b>	<b>Rata-rata kebutuhan per hari (kg/hari)</b>
1	2,196	3	0,732
2	2,424	5	0,485
3	3,128	6	0,521
4	4,201	7	0,600
5	2,566	4	0,641
6	2,221	5	0,444
7	2,820	6	0,470
8	4,242	7	0,606
9	4,704	7	0,672
10	3,587	6	0,598
11	1,969	4	0,492
12	2,119	8	0,265
13	1,826	5	0,365
14	2,349	4	0,587
15	2,843	4	0,711
16	1,659	3	0,553
17	2,963	6	0,494
18	4,755	7	0,679
19	4,078	8	0,510
20	3,419	5	0,684
21	3,450	5	0,690
22	1,641	3	0,547
23	2,978	6	0,496
24	3,420	6	0,570
25	2,334	3	0,778
26	4,178	5	0,836
27	3,378	4	0,844
28	6,930	7	0,990
29	5,807	8	0,726
30	1,186	6	0,198
31	5,931	8	0,741
32	1,656	5	0,331
33	1,721	4	0,430
34	4,309	6	0,718
35	1,423	5	0,285
36	3,055	4	0,764
<b>Total</b>	<b>113,467</b>	<b>195</b>	<b>21,054</b>



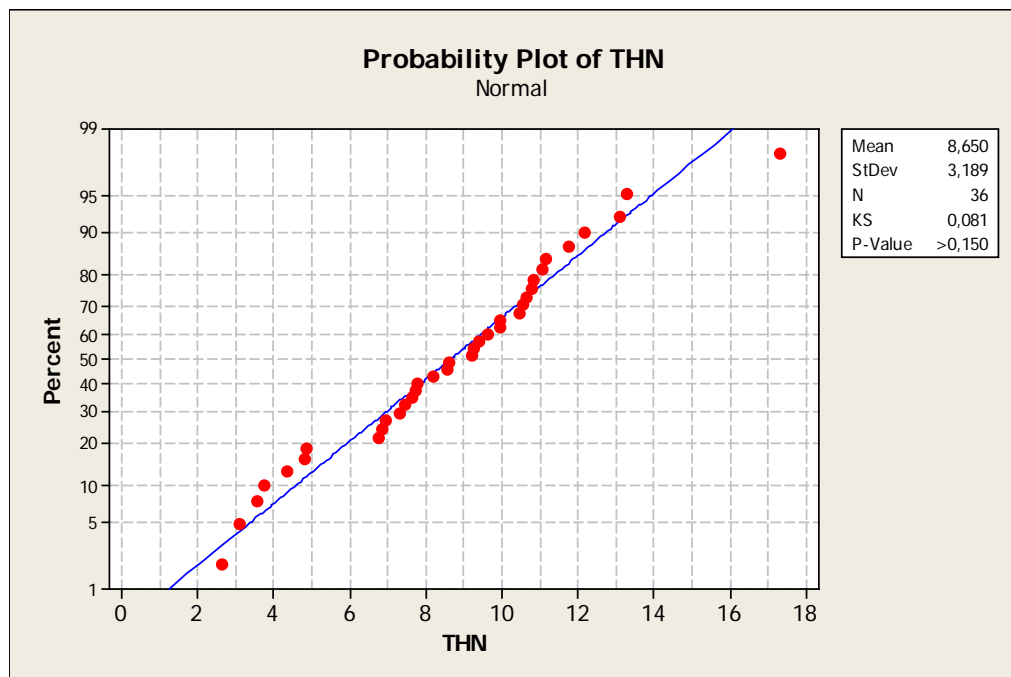
Gambar D.11 Plot distribusi kebutuhan bahan baku PRN



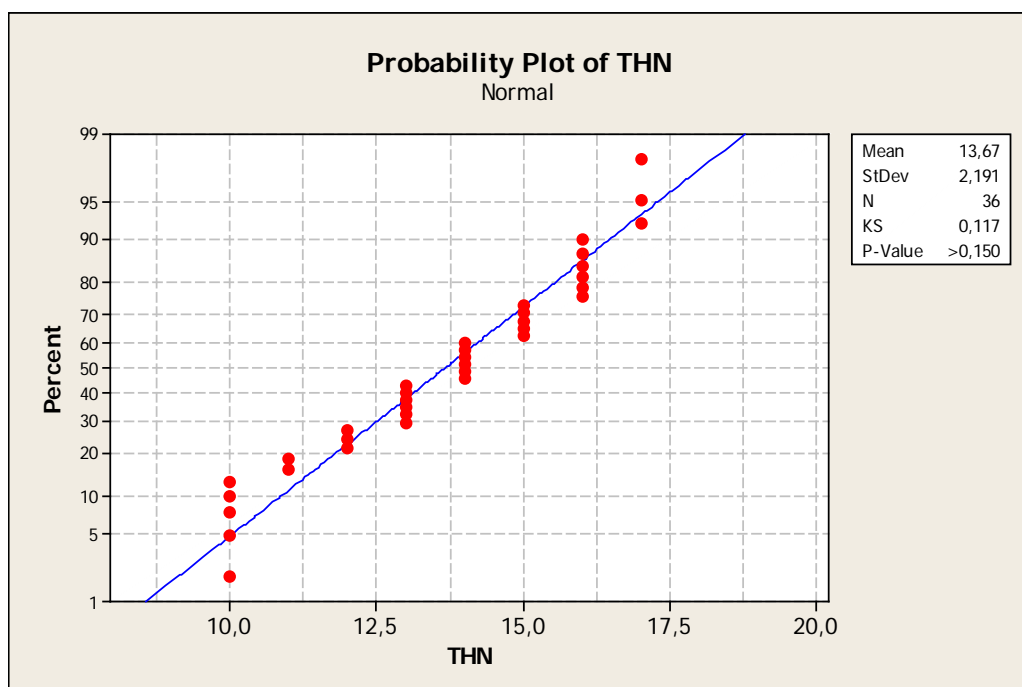
Gambar D.12 Plot distribusi waktu tunggu bahan baku PRN

Tabel D.7 Data kebutuhan selama waktu tunggu dan waktu tunggu pemesanan THN

No.	Kebutuhan (kg)	Waktu tunggu (hari)	Rata-rata kebutuhan per hari (kg/hari)
1	8,587	14	0,613
2	6,921	12	0,577
3	4,858	15	0,324
4	11,766	17	0,692
5	7,334	10	0,733
6	8,580	16	0,536
7	6,744	12	0,562
8	11,167	16	0,698
9	9,932	13	0,764
10	11,037	16	0,690
11	8,181	14	0,584
12	3,569	10	0,357
13	6,858	15	0,457
14	7,473	11	0,679
15	10,436	13	0,803
16	7,740	12	0,645
17	9,374	16	0,586
18	10,797	14	0,771
19	9,627	16	0,602
20	7,757	10	0,776
21	13,293	17	0,782
22	2,630	11	0,239
23	7,648	13	0,588
24	9,929	15	0,662
25	12,182	14	0,870
26	9,276	10	0,928
27	13,110	14	0,936
28	17,312	16	1,082
29	10,632	13	0,818
30	4,344	15	0,290
31	10,833	13	0,833
32	3,124	14	0,223
33	4,832	15	0,322
34	10,532	13	0,810
35	3,766	10	0,377
36	9,214	17	0,542
Total	311,394	492	22,752



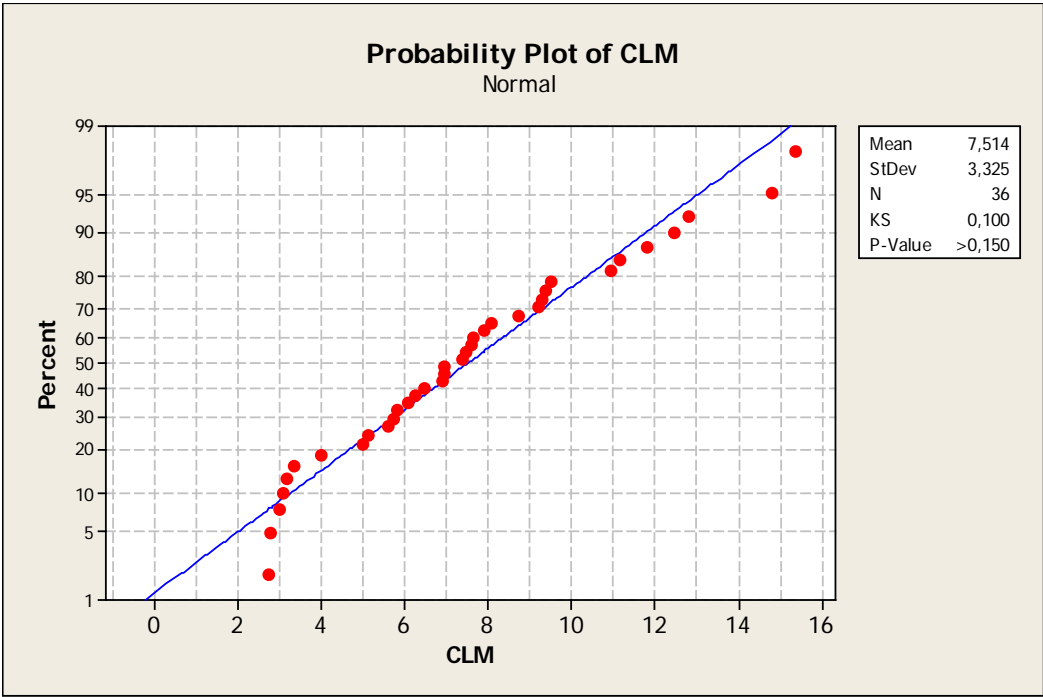
Gambar D.13 Plot distribusi kebutuhan bahan baku THN



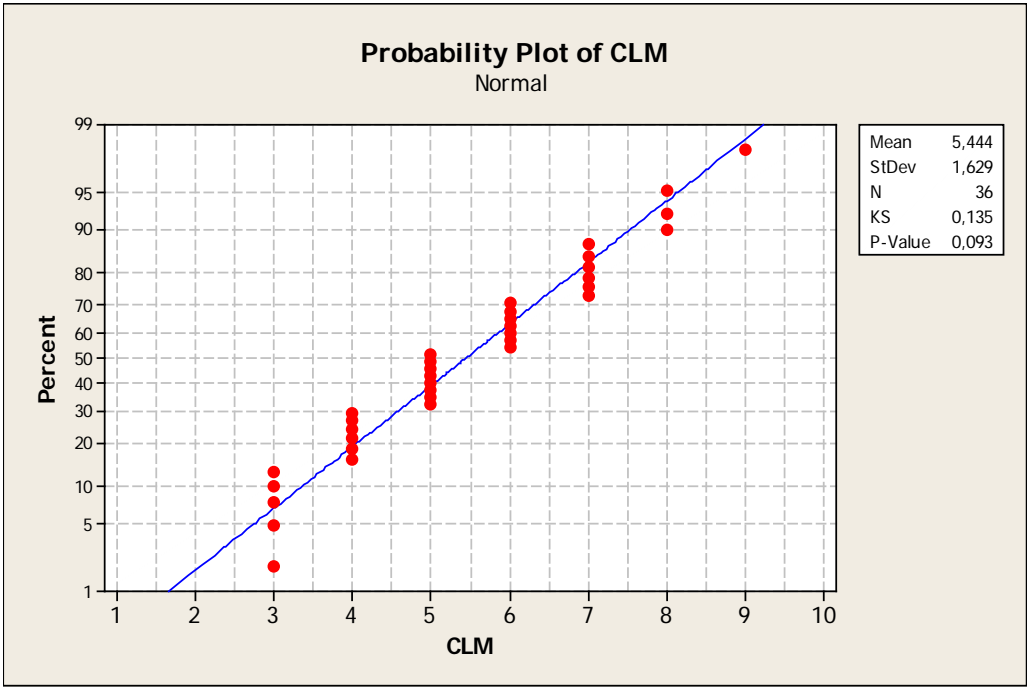
Gambar D.14 Plot distribusi waktu tunggu bahan baku THN

Tabel D.8 Data kebutuhan selama waktu tunggu dan waktu tunggu pemesanan CLM

<b>No.</b>	<b>Kebutuhan (kg)</b>	<b>Waktu tunggu (hari)</b>	<b>Rata-rata kebutuhan per hari (kg/hari)</b>
1	6,071	5	1,214
2	6,936	4	1,734
3	7,604	3	2,535
4	15,375	6	2,563
5	12,804	7	1,829
6	8,744	8	1,093
7	2,769	5	0,554
8	3,168	4	0,792
9	5,610	3	1,870
10	7,452	6	1,242
11	8,073	6	1,346
12	5,841	6	0,974
13	3,989	5	0,798
14	5,738	7	0,820
15	9,279	7	1,326
16	6,468	8	0,809
17	11,822	9	1,314
18	10,928	7	1,561
19	7,391	5	1,478
20	6,248	4	1,562
21	5,121	3	1,707
22	9,380	5	1,876
23	7,658	4	1,914
24	3,003	3	1,001
25	7,884	5	1,577
26	12,461	7	1,780
27	6,965	6	1,161
28	3,090	4	0,773
29	4,983	5	0,997
30	9,490	6	1,582
31	6,925	3	2,308
32	14,781	7	2,112
33	11,144	6	1,857
34	3,351	4	0,838
35	9,212	8	1,152
36	2,763	5	0,553
Total	270,519	196	50,597



Gambar D.15 Plot distribusi kebutuhan bahan baku CLM

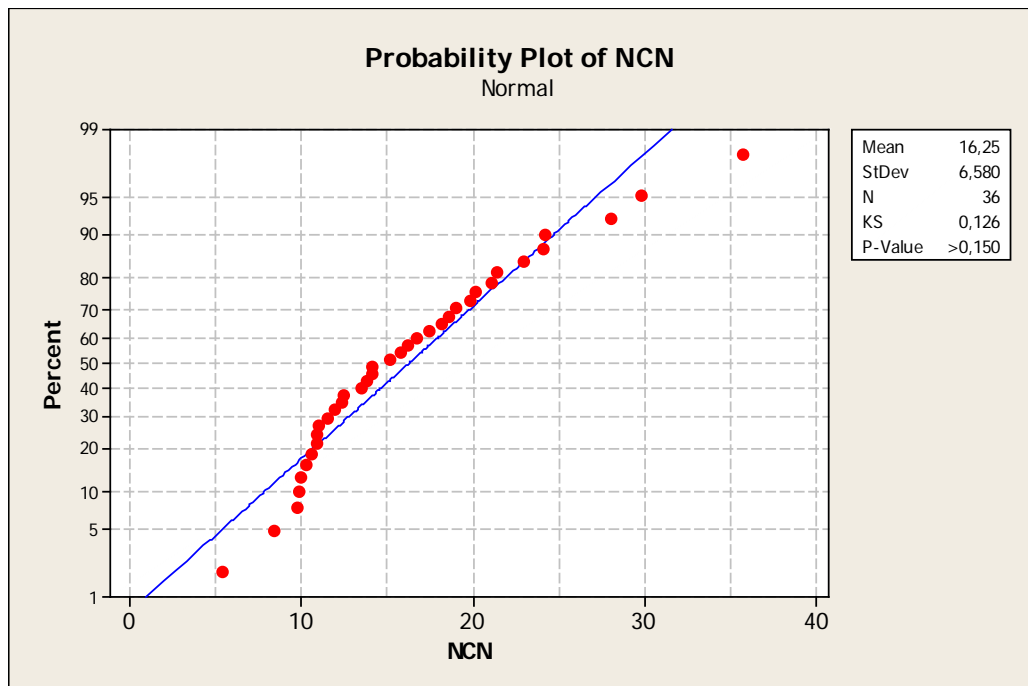


GambarD.16 Plot distribusi waktu tunggu bahan baku CLM

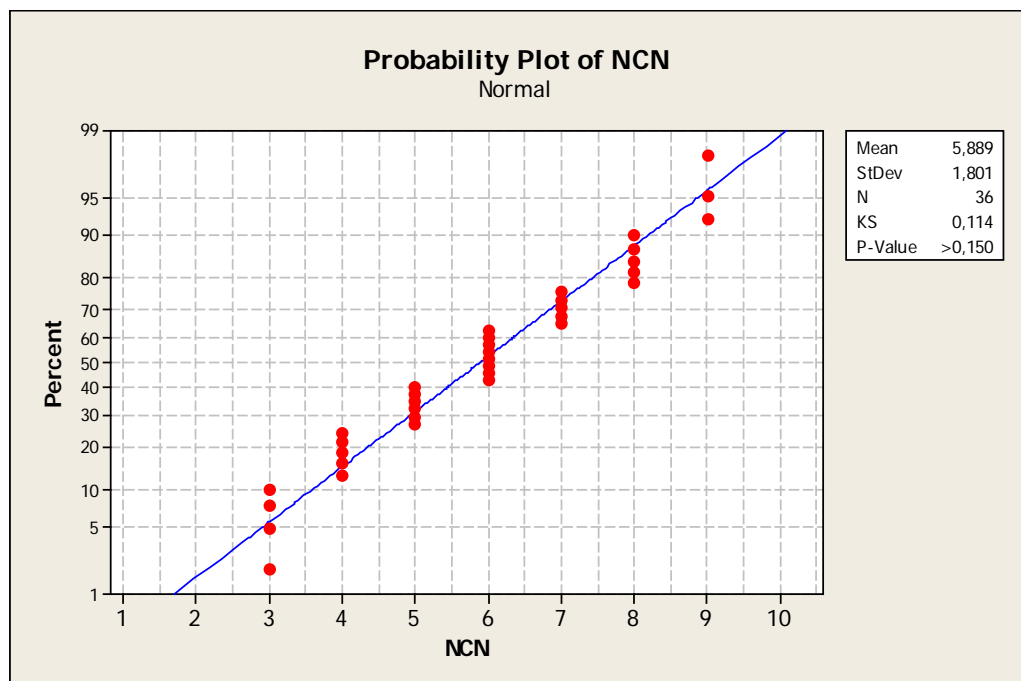
Tabel D.9 Data kebutuhan selama waktu tunggu dan waktu tunggu pemesanan NCN

<b>No.</b>	<b>Kebutuhan (kg)</b>	<b>Waktu tunggu (hari)</b>	<b>Rata-rata kebutuhan per hari (kg/hari)</b>
1	9,952	4	2,488
2	14,136	3	4,712
3	19,805	6	3,301
4	13,458	8	1,682
5	11,936	5	2,387
6	16,747	3	5,582
7	15,172	7	2,167
8	11,558	6	1,926
9	29,824	8	3,728
10	27,981	6	4,663
11	12,436	5	2,487
12	24,210	8	3,026
13	22,961	9	2,551
14	15,762	9	1,751
15	24,115	6	4,019
16	9,826	4	2,456
17	13,825	7	1,975
18	35,696	9	3,966
19	16,168	8	2,021
20	17,453	4	4,363
21	18,585	5	3,717
22	20,154	8	2,519
23	8,371	7	1,196
24	21,398	5	4,280
25	18,157	6	3,026
26	10,616	6	1,769
27	14,096	4	3,524
28	9,755	5	1,951
29	11,013	3	3,671
30	5,429	3	1,810
31	21,064	7	3,009
32	10,255	5	2,051
33	12,403	4	3,101
34	10,858	6	1,810
35	18,964	7	2,709
36	10,876	6	1,813
<b>Total</b>	<b>585,015</b>	<b>212</b>	<b>103,210</b>





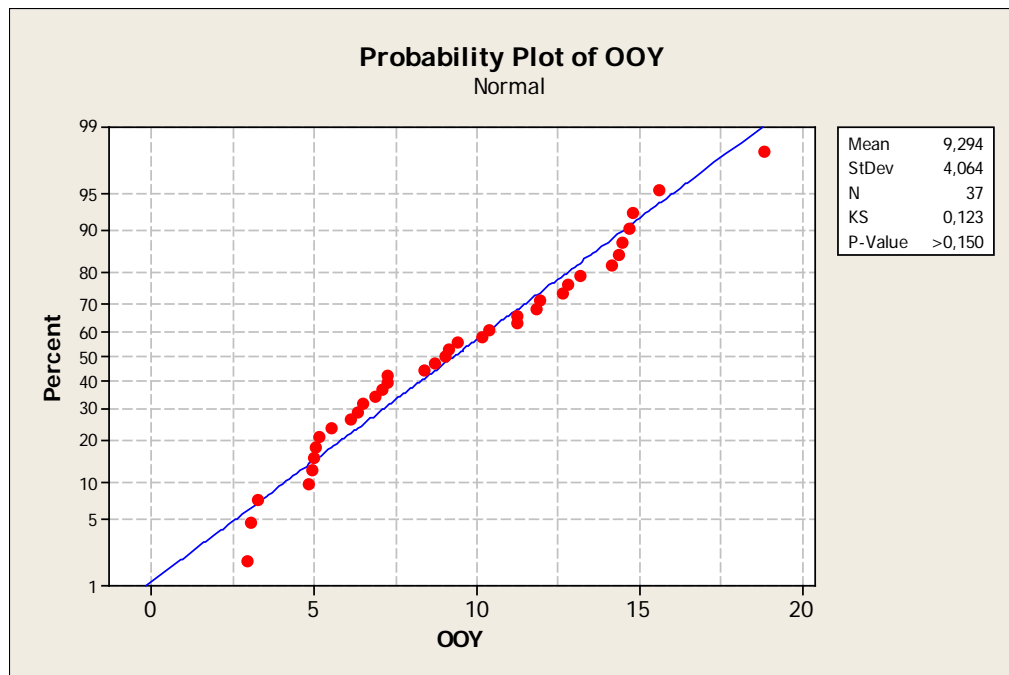
Gambar D.17 Plot distribusi kebutuhan bahan baku NCN



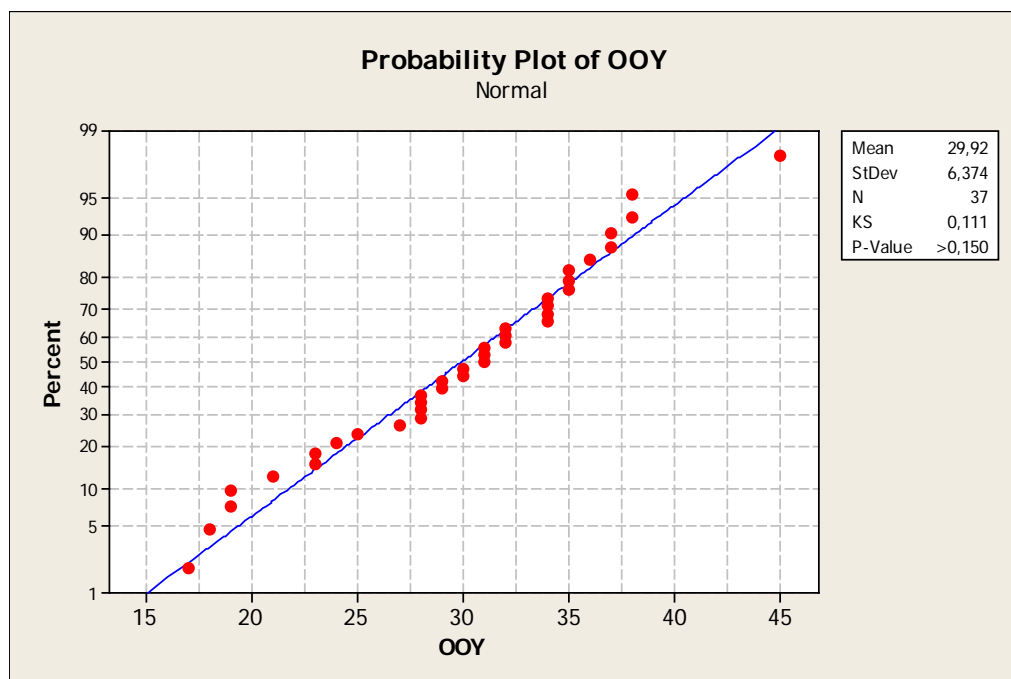
GambarD.18 Plot distribusi waktu tunggu bahan baku NCN

Tabel D.10 Data kebutuhan selama waktu tunggu dan waktu tunggu pemesanan OOO

<b>No.</b>	<b>Kebutuhan (kg)</b>	<b>Waktu tunggu (hari)</b>	<b>Rata-rata kebutuhan per hari (kg/hari)</b>
1	7,072	31	0,228
2	10,362	23	0,451
3	14,773	29	0,509
4	9,407	38	0,248
5	6,106	28	0,218
6	12,782	34	0,376
7	7,255	37	0,196
8	3,267	19	0,172
9	6,338	18	0,352
10	15,599	35	0,446
11	6,889	21	0,328
12	9,022	32	0,282
13	7,268	31	0,234
14	2,935	19	0,154
15	11,819	31	0,381
16	14,449	34	0,425
17	4,951	28	0,177
18	18,815	35	0,538
19	3,084	17	0,181
20	11,223	27	0,416
21	11,935	34	0,351
22	14,663	34	0,431
23	8,369	28	0,299
24	10,183	25	0,407
25	6,485	23	0,282
26	5,001	32	0,156
27	14,124	37	0,382
28	5,059	29	0,174
29	13,165	38	0,346
30	4,809	30	0,160
31	12,611	45	0,280
32	5,164	28	0,184
33	8,682	30	0,289
34	9,111	35	0,260
35	11,208	32	0,350
36	5,550	24	0,231
37	14,361	36	0,399
Total	343,8948	1107	11,297



Gambar D.19 Plot distribusi kebutuhan bahan baku OOH



Gambar D.20 Plot distribusi waktu tunggu bahan baku OOH

**LAMPIRAN E**

**PARAMETER SISTEM MANAJEMEN PERSEDIAAN DAN ANALISIS**

**SENSITIVITAS**

**E.1 Parameter sistem manajemen persediaan bahan baku**

Tabel E.1 Rentang hasil sistem manajemen persediaan bahan baku

<b>Bahan Baku</b>		<b>EOQ (kg)</b>	<b>P (M&gt;B)</b>	<b>ROP (kg)</b>	<b>SS (kg)</b>
OMP	Peramalan	48,757	0,033	436,791	342,383
	Batas atas	70,399	0,032	439,979	345,571
	Batas bawah	56,496	0,065	376,743	282,334
AAC	Peramalan	168,838	0,141	516,468	253,434
	Batas atas	186,835	0,104	559,442	296,408
	Batas bawah	149,106	0,211	452,387	189,353
RBV	Peramalan	13,073	0,029	30,576	22,092
	Batas atas	14,869	0,022	31,958	23,473
	Batas bawah	11,167	0,042	28,632	20,147
PVF	Peramalan	29,546	0,072	51,101	32,678
	Batas atas	33,548	0,054	54,258	35,835
	Batas bawah	25,321	0,104	46,534	28,111
AFO	Peramalan	3,476	0,012	2,337	1,758
	Batas atas	4,151	0,010	2,405	1,826
	Batas bawah	2,780	0,016	2,244	1,665
PRN	Peramalan	9,211	0,035	9,271	6,103
	Batas atas	10,804	0,027	9,636	6,468
	Batas bawah	7,567	0,048	8,755	5,587
THN	Peramalan	13,690	0,063	26,852	18,215
	Batas atas	15,485	0,048	28,515	19,878
	Batas bawah	11,784	0,092	24,465	15,828
CLM	Peramalan	16,264	0,083	18,750	11,098
	Batas atas	18,735	0,063	19,859	12,207
	Batas bawah	13,705	0,118	17,137	9,485
NCN	Peramalan	26,942	0,193	30,977	14,094
	Batas atas	30,426	0,145	34,064	17,180
	Batas bawah	23,345	0,283	26,214	9,331
OOY	Peramalan	14,169	0,104	37,513	28,379
	Batas atas	15,687	0,077	41,294	32,159
	Batas bawah	12,497	0,155	32,008	22,874

Tabel E.2 Rentang biaya total persediaan bahan baku

Bahan Baku		Biaya Pemesanan (OC)	Biaya Penyimpanan (HC)	Biaya Pembelian (PC)	Biaya Kekurangan Bahan (SC)	Biaya Total (TC)
OMP	Peramalan	Rp 424.368,28	Rp 56.177.106,89	Rp 261.087.604,80	Rp 3.309.716,61	Rp 320.998.796,58
	Batas atas	Rp 440.864,56	Rp 58.322.864,92	Rp 391.631.407,20	Rp 4.950.679,55	Rp 455.345.816,24
	Batas bawah	Rp 216.919,52	Rp 47.572.060,08	Rp 154.638.664,00	Rp 4.109.815,42	Rp 206.537.459,02
AAC	Peramalan	Rp 1.912.515,00	Rp 51.749.122,94	Rp 213.910.400,00	Rp 11.017.991,50	Rp 278.590.029,43
	Batas atas	Rp 2.589.008,15	Rp 59.709.793,89	Rp 320.440.800,00	Rp 11.719.780,73	Rp 394.459.382,77
	Batas bawah	Rp 1.279.676,19	Rp 40.422.629,67	Rp 126.401.600,00	Rp 10.139.662,83	Rp 178.243.568,69
RBV	Peramalan	Rp 330.936,05	Rp 4.384.970,73	Rp 80.587.584,00	Rp 670.257,80	Rp 85.973.748,58
	Batas atas	Rp 436.430,16	Rp 4.734.186,39	Rp 120.881.376,00	Rp 702.347,02	Rp 126.754.339,56
	Batas bawah	Rp 228.934,81	Rp 3.941.154,36	Rp 47.619.936,00	Rp 626.271,87	Rp 52.416.297,03
PVF	Peramalan	Rp 763.964,46	Rp 7.268.086,60	Rp 73.767.513,60	Rp 1.498.816,45	Rp 83.298.381,11
	Batas atas	Rp 1.009.229,44	Rp 8.058.135,85	Rp 110.651.270,40	Rp 1.560.083,50	Rp 121.278.719,20
	Batas bawah	Rp 526.195,32	Rp 6.245.028,31	Rp 43.543.324,00	Rp 1.413.015,87	Rp 51.727.563,51
AFO	Peramalan	Rp 202.108,54	Rp 535.539,19	Rp 51.272.000,00	Rp 64.100,47	Rp 52.073.748,20
	Batas atas	Rp 253.721,20	Rp 597.501,99	Rp 76.856.000,00	Rp 64.147,80	Rp 77.771.370,99
	Batas bawah	Rp 149.189,02	Rp 467.949,52	Rp 30.264.000,00	Rp 63.682,05	Rp 30.944.820,58
PRN	Peramalan	Rp 425.447,67	Rp 1.640.219,33	Rp 47.575.000,00	Rp 279.971,11	Rp 49.920.638,11
	Batas atas	Rp 544.055,97	Rp 1.818.224,52	Rp 71.362.500,00	Rp 283.392,31	Rp 74.008.172,79
	Batas bawah	Rp 306.005,19	Rp 1.435.325,35	Rp 28.112.500,00	Rp 273.537,01	Rp 30.127.367,54
THN	Peramalan	Rp 316.023,09	Rp 3.838.455,53	Rp 38.709.000,00	Rp 732.416,54	Rp 43.595.895,17
	Batas atas	Rp 419.077,60	Rp 4.230.654,41	Rp 58.063.500,00	Rp 766.852,43	Rp 63.480.084,44
	Batas bawah	Rp 216.936,67	Rp 3.326.868,98	Rp 22.873.500,00	Rp 685.569,04	Rp 27.102.874,69
CLM	Peramalan	Rp 578.282,42	Rp 2.945.429,41	Rp 35.204.400,00	Rp 667.276,93	Rp 39.395.388,77
	Batas atas	Rp 753.001,06	Rp 3.304.621,28	Rp 52.806.600,00	Rp 681.827,74	Rp 57.546.050,09
	Batas bawah	Rp 405.505,78	Rp 2.502.504,67	Rp 20.802.600,00	Rp 644.104,40	Rp 24.354.714,85
NCN	Peramalan	Rp 698.168,34	Rp 4.222.080,22	Rp 24.948.000,00	Rp 1.365.188,12	Rp 31.233.436,68
	Batas atas	Rp 927.340,23	Rp 4.961.704,14	Rp 37.422.000,00	Rp 1.402.824,22	Rp 44.713.868,59
	Batas bawah	Rp 476.119,64	Rp 3.217.145,27	Rp 14.742.000,00	Rp 1.311.762,90	Rp 19.747.027,81
OOY	Peramalan	Rp 146.031,40	Rp 5.431.891,62	Rp 24.422.640,00	Rp 939.096,31	Rp 30.939.659,33
	Batas atas	Rp 197.849,00	Rp 6.127.223,71	Rp 36.633.960,00	Rp 1.003.542,34	Rp 43.962.575,04
	Batas bawah	Rp 97.836,59	Rp 4.460.634,85	Rp 14.431.560,00	Rp 859.239,48	Rp 19.849.270,93

## E.2 Analisis sensitivitas jumlah pesanan optimal

Tabel E.3 Nilai akhir jumlah pesanan optimal

No.	Bahan baku	EOQ (kg)	Nilai akhir jumlah pesanan	
			Minimum EOQ (kg)	Maksimum EOQ (kg)
1	OMP	48,757	41,839	56,534
2	AAC	168,838	144,880	195,768
3	RBV	13,073	11,218	15,158
4	PVF	29,546	25,353	34,258
5	AFO	3,476	2,983	4,030
6	PRN	9,211	7,904	10,680
7	THN	13,690	11,747	15,873
8	CLM	16,264	13,956	18,858
9	NCN	26,942	23,119	31,239
10	OOY	14,169	12,158	16,429

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## LAMPIRAN F

### DATA PENDUKUNG LAINNYA

#### F.1 Tarif komunikasi

##### Tabel Tarif Penggunaan Sambungan Lokal:

Jarak

Sampai dengan 20 km

lebih dari 20 km

##### Tabel Tarif Penggunaan Sambungan Langsung Jarak Jauh (SLJJ):

Jarak	Harga per menit (Rp)	Pembulatan durasi
blok waktu		
0-20 km	83 – 122	1 menit
20-30 km	122 – 163	1 menit
30-200 km	320 – 1.100	6 detik
200-500 km	320 – 1.770	6 detik
lebih dari 500 km	320 – 2.100	6 detik

Harga per pulsa (Rp)	Durasi pulsa
250	3 menit (di luar jam sibuk) dan 2 menit (jam sibuk)
250	2 menit (di luar jam sibuk) dan 1,5 menit (jam sibuk)

#### F.2 Data pemasok bahan baku

Tabel F.1 Data pemasok bahan baku

Bahan baku	Lokasi pemasok	Perkiraan waktu tunggu
AAC	Cina, Inggris	6 hari
AFO	Switzerland, Cina	7 hari
CLM	Jepang, Inggris, Jerman	5 hari
NCN	India	6 hari
OMP	Cina	30 hari
OOY	Cina	30 hari
PVF	Jerman, Texas, Los Angeles	5 hari
PRN	Cina, Jerman	5 hari
RBV	Jerman, Perancis	14 hari
THN	Jerman	14 hari



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan analisis pada hasil peramalan dan sistem persediaan bahan baku, maka diperoleh kesimpulan:

1. Model peramalan untuk menentukan permintaan produk multivitamin lokal di masa mendatang yang sesuai adalah model ARIMA ([3,4],0,0).
2. Perencanaan persediaan dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dapat menghasilkan jumlah pesanan optimal sebesar:
  - 48,757 untuk bahan baku OMP;
  - 168,838 untuk bahan baku AAC;
  - 13,073 untuk bahan baku RBV;
  - 29,546 untuk bahan baku PVF;
  - 3,476 untuk bahan baku AFO;
  - 9,211 untuk bahan baku PRN;
  - 13,690 untuk bahan baku THN;
  - 16,264 untuk bahan baku CLM;
  - 26,942 untuk bahan baku NCN; dan
  - 14,169 untuk bahan baku OOOY.
3. a. Titik pemesanan kembali adalah pada saat persediaan mencapai:
  - 436,791 untuk bahan baku OMP;
  - 516,468 untuk bahan baku AAC;
  - 30,576 untuk bahan baku RBV;
  - 51,101 untuk bahan baku PVF;
  - 2,337 untuk bahan baku AFO;
  - 9,271 untuk bahan baku PRN;
  - 26,852 untuk bahan baku THN;
  - 18,750 untuk bahan baku CLM;
  - 30,977 untuk bahan baku NCN; dan
  - 37,513 untuk bahan baku OOOY.

b. Jumlah persediaan pengaman adalah sebesar:

- 342,383 untuk bahan baku OMP;
- 253,434 untuk bahan baku AAC;
- 22,092 untuk bahan baku RBV;
- 32,678 untuk bahan baku PVF;
- 1,758 untuk bahan baku AFO;
- 6,103 untuk bahan baku PRN;
- 18,215 untuk bahan baku THN;
- 11,098 untuk bahan baku CLM;
- 14,094 untuk bahan baku NCN; dan
- 28,379 untuk bahan baku OOO.

4. Penggunaan metode EOQ dapat menurunkan biaya persediaan total sebesar Rp. 636.488.324,78 (38,52%) dari biaya persediaan yang didasarkan pada kebijakan persediaan pengaman saat ini.

## 6.2 Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya, maka saran yang dapat diberikan pada penulisan tesis ini adalah:

1. Perusahaan sebaiknya menggunakan metode ilmiah dalam melakukan peramalan permintaan produk di masa mendatang, sehingga hasil dari peramalan dapat dipertanggungjawabkan.
2. Apabila sistem persediaan dalam tesis ini akan dikembangkan untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya dapat memperhitungkan hal-hal berikut ini:
  - Adanya bahan baku yang cacat yang dikirim oleh pemasok, dan
  - Sistem penyimpanan dan pemakaian bahan baku sehubungan dengan jumlah persediaan pengaman yang telah ditentukan.
3. Sebaiknya ditambahkan *warning system* dalam implementasinya di SAP agar operator administrasi dapat mengetahui secara tanggap saat persediaan mencapai titik pemesanan kembali.

## DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (1993), *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Keempat, Lembaga Penerbit FEUI, Jakarta.
- Chase, R. B., Jacobs, F.R. dan Aquilano, N.J. (2006), *Operation Management for Competitive Advantage*, 11<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill Irwin, Boston.
- Chopra, S. dan Meindl, P. (2010), *Supply Chain Management*, Pearson International Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Chuang, C. H. dan Chiang, C. Y. (2016), “Dynamic and Stochastic Behavior of Coefficient of Demand Uncertainty Incorporated with EOQ Variables: An Application in Finished Goods Inventory from General Motors Dealership,” *International Journal Production Economics*, Vol. 172, hal. 95-109.
- Hanke, J. E. dan Arthur, G. R. (2001), *Business Forecasting*, 6<sup>th</sup> Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Heizer, J. dan Render, B. (2011), *Operations Management*, Tenth Edition, Pearson, New Jersey.
- Hilier, F.S. dan Lieberman, G. J. (2010), *Introduction to Operation Research*, 9<sup>th</sup> Edition, Mc Graw-Hill, New York.
- Joko, S. (2001), *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Revisi, UMM, Malang.
- Kulkarni, M. S. dan Rajhans, N. R. (2013), “Determination of Optimum Inventory Model for Minimizing Total Inventory Cost,” *Procedia Engineering*, Vol. 51, hal. 803-809.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C. dan McGee, V.E. (1991), *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Edisi Kedua, Terjemahan Binarupa Aksara, Jakarta.
- Peters, M. S. dan Timmerhaus, K. D. (1991), *Plant Design an Economic for Chemical Engineering*, 4<sup>th</sup> Edition, Mc Graw-Hill, New York.

- Prasetyo, A. T. (2011), *Perencanaan dan Pengendalian Komponen dengan Menggunakan Metode EOQ pada CV. Sinar Baja Electric*, Tesis yang tidak dipublikasikan, MMT-ITS, Surabaya.
- Priyambodo, R. A. (2002), *Perencanaan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Obat Cimafort di PT. Imedco Jaya Pharmaceutical*, Tesis yang tidak dipublikasikan, IPB, Bogor.
- Pujawan, I.N. dan Mahendrawati, E. R. (2010), *Supply Chain Management*, Edisi Kedua, Penerbit Guna Widya, Surabaya.
- Ristono, A. (2009), *Manajemen Persediaan*, Edisi Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Santoso, L. H. (2013), *Perencanaan Sistem Persediaan Ingredient dari Margarin dan Shortening dengan Menggunakan Metode Peramalan dan EOQ di PT. Smart Tbk.*, Tesis yang tidak dipublikasikan, MMT- ITS, Surabaya.
- Tarno. (2013), *Kombinasi Prosedur Pemodelan Subset Arima dan Deteksi Outlier untuk Prediksi Data Runtun Waktu*, Prosiding Seminar Nasional Statistika Undip, ISBN: 978-602-14387-0-1.
- Tersine, R. J. (1994), *Principles of Inventory and Materials Managements*, 4<sup>th</sup> Edition, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey.

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, pada 06 April 1991. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SD Negeri Siwalankerto III Surabaya, SMP Negeri 12 Surabaya, dan SMA Negeri 15 Surabaya. Setelah lulus SMA penulis melanjutkan pendidikan program sarjana di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan program pascasarjana di Jurusan Manajemen

Industri, Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis menerima pertanyaan, kritik, saran dan diskusi melalui email: *sisca.nawa@gmail.com*.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*